2023年版全国一级建造师执业资格考试用书

机电工程管理与实务

全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会　编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

机电工程管理与实务 / 全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会编写. —北京：中国建筑工业出版社，2023.4

2023年版全国一级建造师执业资格考试用书

ISBN 978-7-112-28466-5

Ⅰ.①机… Ⅱ.①全… Ⅲ.①机电工程–工程管理–资格考试–自学参考资料 Ⅳ.①TH

中国国家版本馆CIP数据核字（2023）第043963号

责任编辑：李笑然

责任校对：李美娜

2023年版全国一级建造师执业资格考试用书

机电工程管理与实务

全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会　编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本：787毫米×1092毫米　1/16　印张：31　字数：769千字

2023年5月第一版　2023年5月第一次印刷

定价：**86.00**元（含增值服务）

ISBN 978-7-112-28466-5

（40705）

如有内容及印装质量问题，请联系本社读者服务中心退换

电话：（010）58337283　QQ：924419132

（地址：北京海淀三里河路9号中国建筑工业出版社604室　邮政编码：100037）

全国一级建造师执业资格考试用书

序

为了加强建设工程项目管理，提高工程项目总承包及施工管理专业技术人员素质，规范施工管理行为，保证工程质量和施工安全，根据《中华人民共和国建筑法》《建设工程质量管理条例》《建设工程安全生产管理条例》和国家有关执业资格考试制度的规定，2002年，原人事部和建设部联合颁发了《建造师执业资格制度暂行规定》（人发〔2002〕111号），对从事建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师执业资格制度。

注册建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主的注册执业人士。注册建造师可以担任建设工程总承包或施工管理的项目负责人，从事法律、行政法规或标准规范规定的相关业务。实行建造师执业资格制度后，我国大中型工程施工项目负责人由取得注册建造师资格的人士担任，以提高工程施工管理水平，保证工程质量和安全。建造师执业资格制度的建立，将为我国拓展国际建筑市场开辟广阔的道路。

按照原人事部和建设部印发的《建造师执业资格制度暂行规定》（人发〔2002〕111号）、《建造师执业资格考试实施办法》（国人部发〔2004〕16号）和《关于建造师资格考试相关科目专业类别调整有关问题的通知》（国人厅发〔2006〕213号）的规定，本编委会组织全国具有较高理论水平和丰富实践经验的专家、学者，编写了“2023年版全国一级建造师执业资格考试用书”（以下简称“考试用书”）。在编撰过程中，编写人员按照“一级建造师执业资格考试大纲”（2018年版）要求，遵循“以素质测试为基础、以工程实践内容为主导”的指导思想，坚持“与工程实践相结合，与考试命题工作相结合，与考生反馈意见相结合”的修订原则，力求在素质测试的基础上，进一步加强对考生实践能力的考核，切实选拔出具有较好理论水平和施工现场实际管理能力的人才。

本套考试用书共14册，书名分别为《建设工程经济》《建设工程项目管理》《建设工程法规及相关知识》《建筑工程管理与实务》《公路工程管理与实务》《铁路工程管理与实务》《民航机场工程管理与实务》《港口与航道工程管理与实务》《水利水电工程管理与实务》《矿业工程管理与实务》《机电工程管理与实务》《市政公用工程管理与实务》《通信与广电工程管理与实务》《建设工程法律法规选编》。本套考试用书既可作为全国一级建造师执业资格考试学习用书，也可供其他从事工程管理的人员使用和高等学校相关专业师生教学参考。

考试用书编撰者为高等学校、行政管理、行业协会和施工企业等方面的专家和学者。在此，谨向他们表示衷心感谢。

在考试用书编写过程中，虽经反复推敲核证，仍难免有不妥甚至疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

全国一级建造师执业资格考试用书编写委员会

2023年2月

《机电工程管理与实务》

前　言

本书由中国安装协会牵头，会同中国石油工程建设协会、中国冶金建设协会、中国电力建设协会，依据修订的《一级建造师执业资格考试大纲（机电工程）》，组织有关行业富有技术和管理实践经验的专家以及大专院校教授编写。在编写过程中，遵照编委会的要求和考试大纲的精神，突出以素质测试为基础、实践内容为主导，体现共性与特点，与一级大纲的内容、结构和体例相结合，与大型工程建设需要相结合，与施工现场相结合，与现行的高等学校学历教育相结合。

机电工程包括机械、汽车、电子、电力、冶金、矿业、建筑、建材、石油、化工、石化、轻纺、环保、农林、军工等各类工业和民用、公用建筑的机电工程，其活动包含了设计、采购、安装、调试、运行、竣工验收各个阶段。

本书章、节、目、条的编排与编码和《一级建造师执业资格考试大纲（机电工程）》完全一致。经几次考试后，编写组根据反馈意见，在修订时对全书适当调整结构，更新法规标准，充实案例，联系现场实际，使本书内容更加新颖丰富，知识点更加突出，体现了运用《建设工程项目管理》《建设工程法规及相关知识》《建设工程经济》的基本原理和方法，突出机电工程项目的施工技术、施工管理、相关法规与标准要求和现场实践工作能力。

编写组在编委会和中国安装协会的领导下，得到了中国安装协会秘书长杨存成，副秘书长、建造师办公室主任顾心建和中国石油工程建设协会、中国冶金建设协会、中国电力建设协会领导的协调、指导。编写过程中还得到了中国机械工业建设集团有限公司、上海市安装工程集团有限公司、中建八局集团有限公司、中建一局集团安装工程有限公司、中建一局集团建设发展有限公司、中材建设有限公司、中冶建工集团有限公司、中冶建工安装公司、上海二十冶建设有限公司、中国石油天然气第六建设公司、中化二建集团有限公司、中国能源建设集团天津电力建设有限公司、中国电建集团山东电力建设第一工程有限公司、国家电投上海能源科技发展有限公司、中国机械设备工程股份有限公司、河北省安装工程公司、湖南省工业设备安装有限公司、湖南省六建安装有限责任公司、山西安装集团有限公司、陕西建工安装集团有限公司、北京住总安装公司、北京城建集团有限责任公司、成都建工工业设备安装有限公司、浙江省工业设备安装集团有限公司、西安建筑科技大学、华北电力大学、上海电力大学、中国石油管道学院等单位的大力支持和协助。中国安装协会副秘书长顾心建、行业发展部刘燕玲、陈宝丽在会议、文稿的审查工作中做了大量工作。荆永强同志协助主编修统稿、编排制图和校对打印，在此一并表示衷心的感谢。

本书对新参加工作的高校毕业生是补充知识最好的培训教材。该书虽然经过了较充分的准备、讨论、论证、征求意见、审查和修改，但仍难免存在不足之处，殷切希望广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改完善。

网上免费增值服务说明

为了给一级建造师考试人员提供更优质、持续的服务，我社为购买正版考试图书的读者免费提供网上增值服务，增值服务分为文档增值服务和全程精讲课程，具体内容如下：

☞ **文档增值服务**：主要包括各科目的备考指导、学习规划、考试复习方法、重点难点内容解析、应试技巧、在线答疑，每本图书都会提供相应内容的增值服务。

☞ **全程精讲课程**：由权威老师进行网络在线授课，对考试用书重点难点内容进行全面讲解，旨在帮助考生掌握重点内容，提高应试水平。精讲课程涵盖全部考试科目。

更多免费增值服务内容敬请关注“建工社微课程”微信服务号，网上免费增值服务使用方法如下：

1. 计算机用户



2. 移动端用户

注：增值服务从本书发行之日起开始提供，至次年新版图书上市时结束，提供形式为在线阅读、观看。如果输入卡号和密码或扫码后无法通过验证，请及时与我社联系。

客服电话：010-68865457，4008-188-688（周一至周五 9：00—17：00）

Email：jzs@cabp.com.cn

防盗版举报电话：010-58337026，举报查实重奖。

网上增值服务如有不完善之处，敬请广大读者谅解。欢迎提出宝贵意见和建议，谢谢！

读者如果对图书中的内容有疑问或问题，可关注微信公众号【建造师应试与执业】，与图书编辑团队直接交流。



建造师应试与执业

目　录

1H410000　机电工程技术 ·· 1

1H411000　机电工程常用材料及工程设备 ···························· 1

1H411010　机电工程常用材料 ······································ 1

1H411020　机电工程常用工程设备 ·································· 17

1H412000　机电工程专业技术 ······································ 31

1H412010　工程测量技术 ·· 31

1H412020　起重技术 ·· 39

1H412030　焊接技术 ·· 51

1H413000　工业机电工程安装技术 ·································· 62

1H413010　机械设备安装技术 ······································ 62

1H413020　电气工程安装技术 ······································ 75

1H413030　管道工程施工技术 ······································ 88

1H413040　静置设备及金属结构安装技术 ···························· 104

1H413050　发电设备安装技术 ······································ 118

1H413060　自动化仪表工程安装技术 ································ 129

1H413070　防腐蚀工程施工技术 ···································· 141

1H413080　绝热工程施工技术 ······································ 149

1H413090　炉窑砌筑工程施工技术 ·································· 156

1H414000　建筑机电工程施工技术 ·································· 163

1H414010　建筑管道工程施工技术 ·································· 163

1H414020　建筑电气工程施工技术 ·································· 174

1H414030　通风与空调工程施工技术 ································ 184

1H414040　建筑智能化工程施工技术 ································ 201

1H414050　电梯工程施工技术 ······································ 212

1H414060　消防工程施工技术 ······································ 220

1H420000　机电工程项目施工管理 ································ 236

1H420010　机电工程项目管理的程序及任务 ·························· 236

1H420020　机电工程施工招标投标管理 ······························ 253

1H420030　机电工程施工合同管理 ·································· 264

1H420040　机电工程设备采购管理 ·································· 277

1H420050 机电工程施工组织设计 291
1H420060 机电工程施工资源管理 304
1H420070 机电工程施工协调管理 324
1H420080 机电工程施工进度管理 330
1H420090 机电工程施工成本管理 348
1H420100 机电工程施工预结算 363
1H420110 机电工程施工现场职业健康安全与环境管理 374
1H420120 机电工程施工质量管理 394
1H420130 机电工程试运行管理 418
1H420140 机电工程竣工验收管理 428
1H420150 机电工程保修与回访管理 440

1H430000 机电工程项目施工相关法规与标准 446

1H431000 机电工程项目施工相关法规 446
1H431010 计量的法律规定 446
1H431020 建设用电及施工的法律规定 452
1H431030 特种设备的法律规定 459
1H432000 机电工程项目施工相关标准 468
1H432010 工业安装工程施工质量验收统一要求 468
1H432020 建筑安装工程施工质量验收统一要求 477





1H410000
扫一扫
看本章精讲课
配套章节自测

1H410000 机电工程技术

1H411000 机电工程常用材料及工程设备

1H411010 机电工程常用材料

1H411011 常用金属材料的类型及应用

一、黑色金属材料的类型及应用

（一）黑色金属材料的类型

1. 黑色金属又称钢铁材料，包括工业纯铁、铸铁、碳素钢（非合金钢），以及各种用途的合金钢。广义的黑色金属还包括铬、锰及其合金。

2. 铸铁和钢都是铁和碳的合金，其区别是含碳量和内部组织结构不同。铸铁是含碳量大于2.11%的铁碳合金，钢是含碳量小于2.11%的铁碳合金。

3. 工业用钢按化学成分可分为碳素钢（非合金钢）和合金钢两大类。合金钢是在碳素钢（非合金钢）的基础上添加一定量的一种或多种合金元素而得到的多元的以铁为基的合金。

4. 铸铁是含碳量大于2.11%的铁碳合金。除碳以外，铸铁还含有较多的Si、Mn和其他一些杂质元素。为了提高铸铁的机械性能，还可加入一定量的合金元素，形成合金铸铁。与钢相比，铸铁熔炼简便、成本低廉，虽然强度、塑性和韧性较低，但是具有优良的铸造性能、很高的减摩和耐磨性、良好的消振性和切削加工性以及缺口敏感性低等一系列优点。铸铁广泛应用于机械制造、冶金、石油化工、交通、建筑和国防等工业部门。

（二）黑色金属材料的应用

1. 非合金钢类

（1）碳素结构钢：碳素钢的一种。含碳量为0.05%～0.70%，个别可高达0.90%。可分为普通碳素结构钢和优质碳素结构钢两类。用途很多，用量很大，主要用于铁道、桥梁、各类建筑工程，制造承受静载荷的各种金属构件及不重要、不需要热处理的机械零件和一般焊接件。

（2）优质碳素钢：和普通碳素结构钢相比，硫、磷及其他非金属夹杂物的含量较低。

（3）碳素工具钢：用于制作刃具、模具和量具的碳素钢。

（4）易切削结构钢：在钢中加入一些使钢变脆的元素，使钢切削时切削易脆断成碎屑，从而有利于提高切削速度和延长刀具寿命；用于制造螺栓、螺母、销钉、轴、管接头等。

（5）工程用铸造碳钢，用于各种铸钢件。

2. 低合金钢类

（1）低合金高强度结构钢：低合金高强度结构钢是在含碳量 $W_c \leq 0.20\%$ 的碳素结构

钢基础上，加入少量的合金元素（合金元素含量＜ 5%）发展起来的，韧性高于碳素结构钢，同时具有良好的焊接性能、冷热压力加工性能和耐腐蚀性，部分钢种还具有较低的脆性转变温度。低合金钢多轧制成板材、型材、无缝钢管等。

（2）低合金耐热钢：在此类钢中都含有一种或几种合金元素，但含量不高，一般钢中所含合金元素的总量不超过 5%，含碳量不超过 0.20%。

3. 合金钢类

（1）工程结构用合金钢

工程和建筑结构用的合金钢，包括可焊接的高强度合金结构钢、合金钢筋钢、铁道用合金钢、地质石油钻探用合金钢、压力容器用合金钢、高锰耐磨钢等。

这类钢用作工程和建筑结构件。在合金钢中，这类钢合金含量总量较低，但生产、使用量较大。如拖拉机履带、挖掘机铲齿、防弹钢板和保险箱钢板等。

（2）机械结构用合金钢

适用于制造机器和机械零件的合金钢。它是在优质碳素钢的基础上，适当地加入一种或数种合金元素，用来提高钢的强度、韧性和淬透性。这类钢通常要经过热处理后使用，主要包括常用的合金结构钢和合金弹簧钢两大类，其中包括调质处理的合金钢、表面硬化处理的合金钢、冷塑性成型用合金钢。按化学成分基本组成系统可分为 Mn 系钢、SiMn 系钢、Cr 系钢、CrMo 系钢、CrNiMo 系钢、Ni 系钢、B 系钢等。

（3）轴承钢

用来制造轴承的钢；轴承钢主要有 5 大类，即高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、不锈轴承钢、高温轴承钢、中碳轴承钢。

轴承钢是用于制造滚动轴承滚珠、滚柱和轴承套圈的钢种，也可用于制作精密量具、冷冲模、机床丝杠、冲模、量具、丝锥及柴油机油泵的精密配件。

（4）合金工具钢与高速钢

工具钢的一类，以钨、钼、铬、钒，有时还有钴为主要合金元素的高碳高合金莱氏体钢，通常用作高速切削工具，简称高速钢，俗称锋钢。高速钢主要用来制造中、高速切削刀具，如车刀、铣刀、铰刀、拉刀、麻花钻等。

（5）不锈钢与耐热钢

通常称耐大气、蒸汽和水等弱腐蚀性介质腐蚀的钢为不锈钢。称耐酸、碱、盐等化学侵蚀性介质腐蚀的钢为耐酸钢。因此习惯上将不锈耐酸钢简称为不锈钢。

不锈耐酸钢分为不锈钢和耐酸钢两种。在空气中能抵抗腐蚀的称为不锈钢；在各种侵蚀性强烈的介质中能抵抗腐蚀作用的钢称为耐酸钢。不锈钢并不一定耐酸，而耐酸钢也并非一定耐锈。

耐热钢为在高温下具有较高的强度和良好的化学稳定性的合金钢。耐热钢常用于制造锅炉、汽轮机、动力机械、工业炉和航空、石油化工等工业部门中在高温下工作的零部件。这些部件除要求高温强度和抗高温氧化腐蚀外，根据用途不同还要求有足够的韧性、良好的可加工性和焊接性，以及一定的组织稳定性。

耐热钢和不锈耐酸钢在使用范围上互有交叉，一些不锈钢兼具耐热钢特性，既可作为不锈耐酸钢，也可作为耐热钢使用。

（6）特殊物理性能钢

在钢的定义范围内具有特殊磁性、电性、弹性、膨胀性等物理特性的钢，包括软磁钢、永磁钢、无磁钢以及特殊弹性钢、特殊膨胀钢、高电阻钢和合金等。

（7）铸造合金钢

用于铸造的合金钢。

4. 铸铁类

（1）根据碳在铸铁中存在形式的不同，铸铁可分为：白口铸铁、灰口铸铁和麻口铸铁。

1）白口铸铁

碳元素除少数溶于铁素体外，其余的碳都以渗碳体的形式存在于铸铁中，其断口呈银白色，故称白口铸铁。白口铸铁的质地很硬，不容易切削，不易进行机械加工，主要用作炼钢原料和生产可锻铸铁的毛坯。

2）灰口铸铁

碳元素全部或大部分以片状石墨存在于铸铁中，其断口呈暗灰色，故称灰口铸铁。主要成分是铁、碳、硅、锰、硫、磷，是应用最广的铸铁，其产量占铸铁总产量 80% 以上。

3）麻口铸铁

碳一部分以石墨形式存在，类似灰口铸铁；另一部分以自由渗碳体形式存在，类似白口铸铁。断口呈黑白相间的麻点，故称麻口铸铁。这类铸铁也具有较大硬脆性，故工业上应用很少。

（2）根据铸铁中石墨形态不同，铸铁可分为普通灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁。

1）普通灰铸铁

铸铁中石墨呈片状存在。

2）可锻铸铁

铸铁中石墨呈团絮状存在。由一定化学成分的铁液浇注成白口坯件，再经退火而成的铸铁，有较高的强度、塑性和冲击韧度，可以部分代替碳钢。用于制造汽车后桥、弹簧支架、低压阀门、管接头、工具扳手、动力机械和农业机械的耐磨零件、汽车后桥桥壳、转向机构、低压阀、管接头等受冲击和振动的零件。

3）球墨铸铁

铸铁中石墨呈球状存在。它是在铁水浇注前经球化处理后获得的。这类铸铁不仅机械性能比灰口铸铁和可锻铸铁高，生产工艺比可锻铸铁简单，而且还可以通过热处理进一步提高其机械性能，所以它在生产中的应用日益广泛。

4）蠕墨铸铁

铸造前加蠕化剂（镁或稀土）随后凝固而制得的；在钢锭模、汽车发动机、排气管、玻璃模具、柴油机缸盖、制动零件等方面的应用均取得了良好的效果。

（3）根据铸铁中金属元素的不同可分为普通铸铁和合金铸铁。

1）普通铸铁

含碳量大于 2.11% 的铁碳合金。

2）合金铸铁

在普通铸铁中加入合金元素而具有特殊性能的铸铁。通常加入的合金元素有硅、锰、

磷、镍、铬、钼、铜、铝、硼、钒、钛、锑、锡等。常用的合金铸铁分为：耐磨铸铁、耐热铸铁、耐蚀铸铁等。

二、有色金属材料的类型及应用

（一）有色金属材料的类型

1. 狭义的有色金属又称非铁金属，是铁、锰、铬以外的所有金属的统称。广义的有色金属还包括有色合金。

2. 有色合金是以一种有色金属为基体（通常大于 50%），加入一种或几种其他元素而构成的合金。有色金属通常指除去铁（有时也除去锰和铬）和铁基合金以外的所有金属。

3. 有色合金的强度和硬度一般比纯金属高，电阻比纯金属大、电阻温度系数小，具有良好的综合机械性能。常用的有色合金有铝合金、铜合金、镁合金、镍合金、锡合金、钽合金、钛合金、锌合金、钼合金、锆合金等。

4. 有色金属可分为重金属、轻金属、贵金属及稀有金属。

（1）轻金属：密度小于 4500kg/m^3，如铝、镁、钾、钠、钙、锶、钡等。

（2）重金属：密度大于 4500kg/m^3，如铜、镍、钴、铅、锌、锡、锑、铋、镉、汞等。

（3）贵金属：价格比一般常用金属昂贵，地壳丰度低，提纯困难，化学性质稳定，如金、银及铂族金属。

（4）稀有金属：在地壳中含量较少或者比较分散。包括：稀有轻金属，如锂、铷、铯等；稀有难熔金属，如钛、锆、钼、钨等；稀有分散金属，如镓、铟、锗等；稀土金属，如钪、钇、镧系金属；放射性金属，如镭、钫、钋及阿系元素中的铀、钍等。

（二）有色金属及合金材料的分类及应用

1. 铝合金

（1）铝合金：以铝为基添加一定量其他合金元素的合金，是轻金属材料之一。

（2）铝合金的特性：铝合金除具有铝的一般特性外，又具有一些合金的具体特性。铝合金的密度为 2.63～2.85g/cm^3，有较高的强度（σ_b 为 110～650MPa），比强度接近高合金钢，比刚度超过钢，有良好的铸造性能和塑性加工性能，良好的导电、导热性能，良好的耐蚀性和可焊性，可作结构材料使用，在航天、航空、交通运输、建筑、机电、轻化和日用品中有着广泛的应用。

（3）铝合金的分类：铝合金按其成分和加工方法又分为变形铝合金和铸造铝合金。

1）变形铝合金是先将合金配料熔铸成坯锭，再进行塑性变形加工，通过轧制、挤压、拉伸、锻造等方法制成各种塑性加工制品。

2）铸造铝合金是将配料熔炼后用砂模、铁模、熔模和压铸法等直接铸成各种零部件的毛坯。

2. 铜合金

（1）铜合金的分类

1）按合金成分

按合金成分划分，可分为非合金铜和合金铜。非合金铜包括高纯铜、韧铜、脱氧铜、无氧铜等，非合金铜称为紫铜或纯铜，也叫红铜，而其他铜合金则属于合金铜。我国和俄罗斯把合金铜分为黄铜、青铜和白铜。

2）按功能特性

按功能特性划分，有导电导热用铜合金、结构用铜合金（几乎包括所有铜合金）、耐蚀铜合金（主要有锡黄铜、铝黄铜、各种白铜、铝青铜、钛青铜等）、耐磨铜合金（主要有含铅、锡、铝、锰等元素的复杂黄铜、铝青铜等）、易切削铜合金（铜－铅、铜－碲、铜－锑等合金）、弹性铜合金（主要有锑青铜、铝青铜、铍青铜、钛青铜等）、阻尼铜合金（高锰铜合金等）、艺术铜合金（纯铜、简单黄铜、锡青铜、铝青铜、白铜等）。

3）按材料形成方法

按材料形成方法划分，可分为铸造铜合金和变形铜合金。事实上，许多铜合金既可以用于铸造，又可以用于变形加工。通常变形铜合金可以用于铸造，而许多铸造铜合金却不能进行锻造、挤压、深冲和拉拔等变形加工。铸造铜合金和变形铜合金又可以细分为铸造用紫铜、黄铜、青铜和白铜。

（2）铜合金的应用

1）黄铜

黄铜是由铜和锌所组成的合金。只是由铜、锌二元合金组成的黄铜称作普通黄铜或称简单黄铜。三元以上合金组成的黄铜称特殊黄铜或称复杂黄铜。压力加工用的黄铜称为变形黄铜。特殊黄铜又叫特种黄铜，它强度高、硬度大、耐化学腐蚀性强。还有切削加工的机械性能也较突出。

黄铜有较强的耐磨性能。由黄铜所拉成的无缝铜管，质软、耐磨性能强。黄铜无缝管可用于热交换器和冷凝器、低温管路、海底运输管。制造板料、条材、棒材、管材，铸造零件等。含铜在 62%～68%，塑性强，制造耐压设备等。

合金元素对黄铜性能的影响：铝能提高黄铜的强度、硬度和耐蚀性，但使塑性降低，适合作海轮冷凝管及其他耐蚀零件。锡能提高黄铜的强度和对海水的耐腐性，故称海军黄铜，用作船舶热工设备和螺旋桨等。铅能改善黄铜的切削性能，这种易切削黄铜常用作钟表零件。黄铜铸件常用来制作阀门和管道配件等。

2）青铜

青铜是以锡为主要添加元素的铜合金。除黄铜、白铜以外的铜合金均称为青铜，在青铜名字前冠以第一主要添加元素的名称，如锡青铜、铅青铜、铝青铜、铍青铜等。

锡青铜的铸造性能、减摩性能、机械性能好，适合于制造轴承、蜗轮、齿轮等；铅青铜是现代发动机和磨床广泛使用的轴承材料；铝青铜强度高，耐磨性和耐蚀性好，用于铸造高载荷的齿轮、轴套、船用螺旋桨等；铍青铜的弹性极限高，导电性好，适于制造精密弹簧和电接触元件，铍青铜还用来制造煤矿、油库等使用的无火花工具。

3）白铜

白铜是以镍为主要添加元素的铜合金。铜镍二元合金称普通白铜；加有锰、铁、锌、铝等元素的白铜合金称复杂白铜。工业用白铜分为结构白铜和电工白铜两大类。结构白铜的特点是机械性能和耐蚀性好，色泽美观。这种白铜广泛用于制造精密机械、眼镜配件、化工机械和船舶构件。电工白铜一般有良好的热电性能。锰铜、康铜、考铜是含锰量不同的锰白铜，是制造精密电工仪器、变阻器、精密电阻、应变片、热电偶等用的材料。

3. 锌的特性及应用

（1）锌的特性

金属锌具有良好的压延性、耐磨性、抗腐蚀性、铸造性，且有很好的常温机械性，能

与多种金属制成性能优良的合金。主要以镀锌、锌基合金、氧化锌的形式广泛应用于汽车、建筑、家用电器、船舶、轻工、机械、电池等行业。目前，在有色金属消费中仅次于铜和铝。

（2）锌的应用

1）镀锌

镀锌指在金属、合金或者其他材料的表面镀一层锌以起到美观、防锈等作用的表面处理技术。现在主要采用的方法是热镀锌。由于锌在常温下表面易生成一层保护膜，充分地发挥了其抗大气腐蚀性能，因此锌被广泛应用于镀锌工业，主要被用于钢材和钢结构件的表面镀层（如镀锌板），广泛用于汽车、建筑、船舶、轻工等行业。例如，含锌粉的涂料、起连接作用的锌块（连接船舶、桥梁和近海油气井架的钢构件）、镀锌铁板（锌合金板）做的屋顶、钢带热浸镀锌等。

2）锌合金

锌本身的强度和硬度不高，但在与铝、铜等组成合金后，其强度和硬度均大为提高，尤其是锌铜钛合金的综合机械性能已接近或达到铝合金、黄铜、灰铸铁的水平，其抗蠕变性能也大幅度被提高。锌合金广泛应用于汽车制造和机械行业中压铸件及各种零部件的生产。

3）电池

锌可以用来制作电池。例如：锌锰电池以及最新研究的锌空气蓄电池。锌具有良好的抗电磁场性能，在射频干扰的场合，锌板是一种非常有效的屏蔽材料，同时由于锌是非磁性的，适合做仪器仪表零件及仪表壳体和钱币，另外，锌自身及与其他金属碰撞不会发生火花，适合做井下防爆器材。

三、常用金属复合材料的类型及应用

金属复合材料是由两种或两种以上不同性质的金属材料，通过物理或化学的方法，在宏观（微观）上组成具有新性能的材料。各种材料在性能上互相取长补短，产生协同效应，使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足各种不同的要求。

（一）金属基复合材料的类型及应用

1. 金属基复合材料的类型

（1）按用途可分为结构复合材料与功能复合材料。

（2）按增强材料形态可分为纤维增强、颗粒增强和晶须增强金属基复合材料。

（3）按金属基体可分为铝基、钛基、镍基、镁基、耐热金属基等复合材料，用于航天、航空、电子、汽车等工业中。

（4）按增强材料可分为玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、石棉纤维、金属丝等。

2. 金属基复合材料的应用

金属基复合材料具有高比强度、高比模量、尺寸稳定性、耐热性等主要性能特点。用于制造各种航天、航空、汽车、电子、先进武器系统等高性能结构件。

（二）金属层状复合材料的分类及应用

1. 金属层状复合材料的分类

金属层状复合材料由几层不同性能的材料通过热轧、焊接工艺复合而成，与单组元合金相比，综合性能优越，适合一些特殊工作环境。分类包括钛钢、铝钢、铜钢、钛不锈

钢、镍不锈钢、不锈钢碳钢等复合材料。

2. 金属层状复合材料的应用

金属层状复合材料可根据需要，制造不同材质的复合材料，具有耐腐蚀、耐高温、耐磨损、导热导电性好、阻尼减振、电磁屏蔽，且制造成本低等特点。

用于石油化工、航天、食品、医药、造船、电力、机械等行业，如压力容器、储罐、航天和航空零部件等。

（三）金属与非金属复合材料的特点及应用

1. 钢塑复合管既有钢管的强度和刚度，又有塑料管的耐化学腐蚀，具有无污染、不混生细菌、内壁光滑、不积垢、水阻小、施工方便、成本低等优点。广泛应用于石油、化工、建筑、通信、电力和地下输气管道等领域。

2. 铝塑复合管有与金属管材相当的强度，具有电屏蔽和磁屏蔽作用、隔热保温性好、重量轻、寿命长、施工方便、成本低等优点。广泛应用于建筑、工业等机电工程中。

1H411012 常用非金属材料的类型及应用

一、硅酸盐材料的类型及应用

以天然矿物或人工合成的各种硅酸盐化合物为基本原料，经粉碎、配料、成型和高温烧结等工序制成的无机非金属固体材料，包括水泥、保温棉、砌筑材料和陶瓷等。

（一）水泥

以适当成分的生料烧至部分熔融，获得以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料，加入适量石膏，磨细制成的水硬性胶凝材料。加水搅拌后成浆体，能在空气中硬化或者在水中硬化，并能把砂、石等材料牢固地胶结在一起，广泛应用在建设工程中。

（二）保温棉

1. 保温棉的分类

保温棉是由高纯度的黏土熟料、氧化铝粉、硅石粉、铬英砂等原料制成的无毒、无害、无污染的新型保温材料。常用的保温棉有膨胀珍珠岩类、离心玻璃棉类、超细玻璃棉类、微孔硅酸壳、矿棉类、岩棉类等。

2. 保温棉的应用

可进一步加工成纤维毯、板、纸、布、绳等制品，可广泛应用于工业窑炉、锅炉内衬、背衬隔热耐火保温；蒸汽机、燃气机等热工设备的隔热保温；高温管道柔性隔热材料、高温垫片；热反应器的保温隔热；各种工业设备的防火；电器元件隔热防火；焚烧设备的隔热保温；模块、折叠块及贴面块的原料等。

（三）砌筑材料

1. 砌筑材料性能。砌筑材料种类很多，有各种类型的耐火砖和耐火材料，要求具有很好的耐高温性能、一定的高温力学性能、良好的体积稳定性、抗各种侵蚀性的熔渣及气体的性能等。

2. 砌筑材料分类。按矿物组成分为氧化硅质、硅酸铝质、镁质、白云石质、橄榄石质、含碳质、含锆质耐火材料等。例如，镁质耐火材料是以镁石作为原料，以方镁石为主要矿物组成，方镁石含量在 80%～85% 以上的耐火材料，属于碱性耐火材料，抵抗碱性物质的侵蚀能力较好，耐火度很高，是炼钢碱性转炉、电炉、化铁炉以及许多有色金属火

法冶炼炉中使用最广泛的一类重要耐火材料。

3. 砌筑材料应用。广泛用于钢铁、有色金属、石化、建材、电力等行业的高温炉窑或高温容器等热工设备的内衬结构，也可作为高温装置中的部件材料等。本书 1H413091 炉窑及砌筑材料的分类与性能一条中有详细描述。

（四）陶瓷

1. 陶瓷的特性

陶瓷是以黏土等硅酸盐类矿物为原料，经粉末处理、成型、烧结等过程加工而成，具有坚硬、不燃、不生锈，能承受光照、压力等优良性能。陶瓷的硬度很高，但脆性很大。

2. 陶瓷的分类

（1）按照原料来源可分为普通陶瓷和特种陶瓷。普通陶瓷是以天然硅酸盐矿物为主要原料，如黏土、石英、长石等，其主要制品有建筑陶瓷、电气绝缘陶瓷、化工陶瓷、多孔陶瓷等；特种陶瓷是以纯度较高的人工合成化合物为主要原料的人工合成化合物，如氧化铝陶瓷、氮化硅陶瓷、碳化硅陶瓷、氮化硼陶瓷等。

（2）按照陶瓷材料的性能和用途不同，可分为结构陶瓷、功能陶瓷。

3. 陶瓷的主要用途

（1）陶瓷制品。用于防腐蚀工程，如管件、阀门、管材、泵用零件、轴承等。例如，氮化硅陶瓷主要用于耐磨、耐高温、耐腐蚀、形状复杂且尺寸精度高的制品，如石油化工泵的密封环、高温轴承、燃气轮机叶片等。

（2）结构陶瓷。用于切削工具、模具、耐磨零件、泵和阀部件、发动机部件、热交换器等。

（3）功能陶瓷。用于能源开发、空间技术、电子技术、生物技术、环境科学等领域，如绝缘陶瓷、敏感陶瓷、介电陶瓷、超导陶瓷、红外辐射陶瓷、发光陶瓷、透明陶瓷、生物与抗菌陶瓷、隔热陶瓷等。

（五）特种新型的无机非金属材料

1. 普通传统的非金属材料

普通传统的非金属材料是以硅酸盐为主要成分的材料，并包括一些生产工艺相近的非硅酸盐材料，主要有碳化硅、氧化铝陶瓷，硼酸盐、硫化物玻璃，镁质、铬镁质耐火材料和碳素材料等。这一类材料生产历史较长，产量较大，用途也较广。

2. 特种新型的无机非金属材料

特种新型的无机非金属材料主要指用氧化物、氮化物、碳化物、硼化物、硫化物、硅化物以及各种无机非金属化合物经特殊的先进工艺制成的材料。它是 20 世纪以后发展起来的，具有特殊性质和用途的材料。

二、高分子材料的类型及应用

（一）塑料

塑料是以合成的或天然的树脂作为主要成分，添加一些辅助材料（如填料、固化剂、增塑剂、稳定剂、防老化剂等），在一定温度、压力下塑制成型。按照成型工艺不同，分为热塑性塑料、热固性塑料。

1. 热塑性塑料

热塑性材料是以热塑性树脂为主体成分，加工塑化成型后具有链状的线状分子结构，

受热后又软化，可以反复塑制成型，如聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等。优点是加工成型简便，具有较好的机械性能，缺点是耐热性和刚性比较差。例如，薄膜、软管和塑料瓶等常采用低密度聚乙烯制作；煤气管采用中、高密度聚乙烯制作；水管采用聚氯乙烯制作；热水管目前常用耐热性高的氯化聚氯乙烯或聚丁烯制作；泡沫塑料热导率极低，相对密度小，特别适于用作屋顶和外墙隔热保温材料，在冷库中用得更多。

2. 热固性塑料

热固性塑料是以热固性树脂为主体成分，加工固化成型后具有网状体型的结构，受热后不再软化，强热下发生分解破坏，不可以反复成型。优点是耐热性高，受压不宜变形等，缺点是机械性能不好，但可加入填料来提高强度。这类塑料如酚醛塑料、环氧塑料等。例如，环氧塑料可用来制作塑料模具、精密量具、电子仪表装置，配制飞机漆、电器绝缘漆等。

3. 塑料制品

塑料制品包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚四氟乙烯等，用于建筑管道、电线导管、化工耐腐蚀零件及热交换器等。

（二）橡胶

1. 橡胶是具有高弹性的高分子材料，它是由生胶、配合剂、增强剂组成，按材料来源不同分为天然橡胶和合成橡胶。天然橡胶弹性最好，具有强度大、电绝缘性好、不透水的特点，也有较好的耐碱性能，但不耐浓酸，能溶于苯、汽油等溶剂。

2. 橡胶有天然橡胶、氯化橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶、氯磺化聚乙烯橡胶、丁酯橡胶等，用于制造密封件、衬板、衬里等；天然橡胶广泛用于制造胶带、胶管和减振零件等。

（三）纤维

纤维是具有很大长径比和一定柔韧性的纤细物质。按原材料及生产过程不同，可分为天然纤维、人造纤维与合成纤维。

1. 天然纤维有棉花、麻、羊毛、蚕丝等。

2. 人造纤维是利用自然界中的木料、芦苇、棉绒等原料经过制浆提取纤维素，再经过化学处理及机械加工而成的。

3. 合成纤维是利用石油、煤炭、天然气等原料生产制造的纤维制品。常用的合成纤维（六大纶）有聚酯纤维（涤纶）、聚酰胺纤维（锦纶）、聚丙烯腈纤维（腈纶）、聚乙烯醇纤维（维纶）、聚丙烯纤维（丙纶）和聚氯乙烯纤维（氯纶）等。例如，涤纶常用作工业上的运输带、传动带、帆布、绳索等。

（四）涂料

涂料是一种涂覆于固体物质表面并形成连续性薄膜的液态或粉末状态的物质。

1. 涂料的主要功能是：保护被涂覆物体免受各种作用而发生表面的破坏；具有装饰效果，并能防火、防静电、防辐射。例如，涂塑钢管具有优良的耐腐蚀性能和比较小的摩擦阻力。环氧树脂涂塑钢管适用于给水排水及海水、温水、油、气体等介质的输送，聚氯乙烯（PVC）涂塑钢管适用于排水及海水、油、气体等介质的输送。根据需要，可在钢管的内外表面涂塑或仅涂敷外表面。

2. 油漆广泛用于设备管道工程中的防锈保护。例如，清漆、冷固环氧树脂漆、环氧

呋喃树脂漆、酚醛树脂漆等。

（五）粘结剂

1. 用来将其他材料粘接在一起的材料。通过粘附作用，使同质或异质材料连接在一起。按照粘结剂的基料类型分为天然粘结剂和合成粘结剂。

2. 常用的粘结剂如环氧树脂粘结剂、酚醛树脂粘结剂、丙烯酸酯类粘结剂、橡胶粘结剂、聚酯酸乙烯粘结剂等。例如，环氧树脂粘结剂俗称“万能胶”，具有很强的粘结力，对金属、木材、玻璃、陶瓷、橡胶、塑料、皮革等都有良好的粘结能力；酚醛树脂粘结剂广泛用于汽车部件、飞机部件、机器部件等结构件的粘接。

三、非金属材料的类型及应用

（一）非金属板材的类型及应用

非金属板材一般有酚醛复合板材、聚氨酯复合板材、玻璃纤维复合板材、无机玻璃钢板材、硬聚氯乙烯板材等。

1. 酚醛复合板材适用制作低、中压空调系统及潮湿环境的风管，但对高压及洁净空调、酸碱性环境和防排烟系统不适用。

2. 聚氨酯复合板材适用制作低、中、高压洁净空调系统及潮湿环境的风管，但对酸碱性环境和防排烟系统不适用。

3. 玻璃纤维复合板材适用制作中压以下的空调系统风管，但对洁净空调、酸碱性环境和防排烟系统以及相对湿度 90% 以上的系统不适用。

4. 硬聚氯乙烯板材适用制作洁净室含酸碱的排风系统风管。

（二）非金属管材的类型及应用

非金属管材可以分为两大类：无机非金属管材、有机及复合管材。

1. 无机非金属管材一般有混凝土管、自应力混凝土管、预应力混凝土管、钢筋混凝土管。混凝土管常用于排水管；自应力混凝土管和预应力混凝土管常用于输水管；钢筋混凝土管常用于排水管和井管。

2. 有机及复合管材种类繁多，例如，塑料及复合材料水管常用的有聚乙烯管（PE 管）、交联聚乙烯管（PE-X 管）、聚丙烯管（PP 管）、硬聚氯乙烯管（PVC-U 管）、氯化聚氯乙烯管（PVC-C 管）、热塑性塑料管、有机玻璃管、铝塑复合管（PAP 管）等。

（1）聚乙烯管（PE 管）：无毒，可用于输送生活用水。常使用的低密度聚乙烯水管（简称塑料自来水管），这种管材的外径与焊接钢管基本一致。

（2）聚丙烯管（PP 管）：聚丙烯管材系聚丙烯树脂经挤压成型而得，其刚性、强度、硬度和弹性等机械性能均高于聚乙烯，但其耐低温性差、易老化，常用于流体输送。按压力分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型，其常温下的工作压力为：Ⅰ型为 0.4MPa、Ⅱ型为 0.6MPa、Ⅲ型为 0.8MPa。

（3）硬聚氯乙烯管（PVC-U 管）：硬聚氯乙烯排水管及管件用于建筑工程排水，在耐化学性和耐热性能满足工艺要求的条件下，此种管材也可用于化工、纺织等工业废气排污排毒塔、气体液体输送等。

（4）铝塑复合管（PAP 管）：铝合金层增加耐压和抗拉强度，使管道容易弯曲而不反弹。外塑料层可保护管道不受外界腐蚀。内塑料层采用中密度聚乙烯时可作饮水管，无毒、无味、无污染，符合国家饮用水标准；内塑料层采用交联聚乙烯则可耐高温、耐高压，适用于供暖及高压用管。

1H411013 常用电气材料的类型及应用

一、导线的类型及应用

导线是用来传送电能和信号的。导线的品种繁多，按其性能、结构和特点可分为裸导线、绝缘导线等。

1. 裸导线

裸导线没有绝缘层，散热好，可输送较大电流。常用的有圆单线、裸绞线和型线等。

（1）裸绞线

裸绞线主要用于架空线路，具有良好的导电性能和足够的机械强度。常用的有铝绞线和钢芯铝绞线。钢芯铝绞线用于各种电压等级的长距离输电线路，抗拉强度大。铝绞线一般用于短距离电力线路。常用的裸绞线型号、规格和用途见表1H411013-1。

常用的裸绞线型号、规格和用途　　表1H411013-1

名称	型号	截面（mm^2）	用途
铝绞线	LJ	10～600	用于档距较小的架空线路
钢芯铝绞线	LGJ	10～400	用于档距较大的架空线路
铜绞线	TJ	10～400	一般不采用

（2）型线

型线有铜母线、铝母线、扁钢等。矩形硬铜母线（TMY型）和硬铝母线（LMY型）用于变配电系统中的汇流排装置和车间低压架空母线等。扁钢用于接地线和接闪线，常用的扁钢规格有25×4、25×6、40×4等。

例如，TMY-100×10，表示为硬铜母线宽100mm、厚10mm。

2. 绝缘导线

低压供电线路及电气设备的连线，多采用绝缘导线。按绝缘层材料来分有聚氯乙烯绝缘导线、橡皮绝缘导线等。在建筑工程中多采用聚氯乙烯绝缘铜导线。

绝缘导线的线芯材料有铜芯和铝芯（基本不采用），机电工程常用的导线截面有1.5、2.5、4、6、10、16、25、35、50、70、95、120、150、185、240mm^2等。护套线有二芯、三芯、四芯和五芯之分。常用的绝缘导线型号、规格和用途见表1H411013-2。

常用的绝缘导线型号、规格和用途　　表1H411013-2

型号	名称	用途
BX（BLX）	橡胶铜（铝）芯线	适用于交流500V及以下、直流1000V及以下的电气设备和照明设备
BXR	橡胶铜芯软线	
BV（BLV）	聚氯乙烯铜（铝）芯线	适用于各种设备、动力、照明的线路固定敷设
BVR	聚氯乙烯铜芯软线	
BVV（BLVV）	聚氯乙烯绝缘及护套铜（铝）芯线	
RVB	聚氯乙烯平行铜芯软线	适用于各种交直流电器、电工仪器、小型电动工具、家用电器装置的连接
RVS	聚氯乙烯绞型铜芯软线	
RV	聚氯乙烯铜芯软线	
RVV	聚氯乙烯绝缘及护套铜芯软线	

例如，BV-0.5kV-1.5mm²，表示塑料铜芯线，额定电压 500V，截面 1.5mm²。

例如，BVV-0.5kV-2×1.5mm²，表示塑料护套铜芯线，额定电压 500V，2 芯，截面 1.5mm²。

二、电缆的类型及应用

电缆按用途分有电力电缆、通信电缆、控制电缆和信号电缆等；按绝缘材料分有纸绝缘电缆、橡胶绝缘电缆、塑料绝缘电缆等；电缆还分为阻燃电缆和耐火电缆。

电缆的结构主要有三个部分，即线芯、绝缘层和保护层，保护层又分为内保护层和外保护层。电气工程中应用最广泛的是电力电缆。

1. 电力电缆

电力电缆是用以传输和分配电能的产品。主要用在输变电线路中，工作电流在几十安至几千安，额定电压在 220V～500kV 及以上。

常用的电力电缆，按其线芯材质分为铜芯和铝芯两大类。按其采用的绝缘材料分为聚氯乙烯绝缘电力电缆、交联聚乙烯绝缘电力电缆、橡胶绝缘电力电缆和油浸纸绝缘电力电缆等。具有聚氯乙烯绝缘或聚氯乙烯护套的电缆，安装时的环境温度不宜低于 0℃。常用的电力电缆型号及名称见表 1H411013-3。

常用的电力电缆型号及名称　　表 1H411013-3

型号	名称
VV/VLV	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯 / 铝芯电力电缆
YJV	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆
YJV_{22}	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套内钢带铠装铜芯电力电缆
$YJV_{32(42)}$	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套细（粗）钢丝铠装铜芯电力电缆
YJY	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯电力电缆
YJFE	辐照交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电缆

例如，YJV_{22}-0.6/1-3×95 + 1×50，表示交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套内钢带铠装铜芯电力电缆，额定电压 0.6/1kV，3 芯 95mm² + 1 芯 50mm²。

例如，YJY-26/35-3×240，表示交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯电力电缆，额定电压 26/35kV，3 芯 240mm²。

（1）阻燃电缆

阻燃电缆是指残焰或残灼在限定时间内能自行熄灭的电缆。阻燃电缆被燃烧时能将火焰的蔓延控制在一定范围内，因此可以避免因电缆着火延燃而造成的重大灾害，从而提高电缆线路的防火水平。电气工程中常用的阻燃电力电缆型号、名称及用途见表 1H411013-4。

电气工程中常用的阻燃电力电缆型号、名称及用途　　表 1H411013-4

型号	名称	用途
ZA（B、C）-YJV	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套 A（B、C）类阻燃铜芯电力电缆	可敷设在对阻燃有要求的室内、隧道中等
WDZA（B、C）-YJY	无卤低烟 A（B、C）类阻燃交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯电力电缆	可敷设在对阻燃且无卤低烟有要求的室内、隧道中等
WDZA（B、C）-YJFE	无卤低烟 A（B、C）类阻燃辐照交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电缆	可敷设在要求是无卤低烟阻燃，且温度较高的场所等

根据电缆阻燃材料的不同，阻燃电缆分为含卤阻燃电缆及无卤低烟阻燃电缆。无卤低烟阻燃电缆是指不含卤素（F、Cl、Br、I、At）、不含铅、镉、铬、汞等物质的胶料制成，燃烧时产生的烟尘较少，且不会发出有毒烟雾，燃烧时的腐蚀性较低，因此对环境产生危害很小。阻燃电缆分为A、B、C三个类别，A类最高。

无卤低烟的聚烯烃材料主要采用氢氧化物作为阻燃剂，氢氧化物又称为碱，其特性是容易吸收空气中的水分（潮解）。潮解的结果是绝缘层的体积电阻系数大幅下降，由原来的17MΩ/km可降至0.1MΩ/km。

（2）耐火电缆

耐火电缆是指在火焰燃烧情况下能够保持一定时间安全运行的电缆。分为A、B两种类别，A类是在火焰温度950～1000℃时，能持续供电时间90min；B类是在火焰温度750～800℃时，能持续供电时间90min。耐火电缆广泛应用于高层建筑、地铁、地下商场、大型电站及重要的工矿企业等与防火安全和消防救生有关的场所。

耐火电缆在建筑物燃烧时，伴随着水喷淋的情况下，电缆仍可保持线路完整运行。常用的耐火电力电缆型号、名称及用途见表1H411013-5。

常用的耐火电力电缆型号、名称及用途　　表1H411013-5

型号	名称	用途
WDN（A、B）-YJY	无卤低烟（A、B）类耐火交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯电力电缆	可敷设在对无卤低烟且耐火有要求的室内、隧道及管道中
WDN（A、B）-YJFE	无卤低烟（A、B）类耐火辐照交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电缆	可敷设在对无卤低烟且耐火有要求且温度较高的室内、隧道及管道中

当耐火电缆用于电缆密集的电缆隧道、电缆夹层中，或位于油管、油库附近等易燃场所时，应首先选用A类耐火电缆。除上述情况外且电缆配置数量少时，可采用B类耐火电缆。

耐火电缆大多用作应急电源的供电回路，要求火灾时正常工作。由于火灾时环境温度急剧上升，为保证线路的输送容量，降低电压降，对于供电线路较长且严格限定允许电压降的回路，应将耐火电缆截面至少放大一档。

耐火电缆不能当作耐高温电缆使用。为降低电缆接头在火灾事故中的故障概率，在安装中应尽量减少接头数量，以保证线路在火灾中能正常工作。如果需要做分支接线，应对接头做好防火处理。

（3）氧化镁电缆

氧化镁电缆是由铜芯、铜护套、氧化镁绝缘材料加工而成的。氧化镁电缆的材料是无机物，铜和氧化镁的熔点分别为1038℃和2800℃，防火性能特佳，还具有耐高温（电缆允许长期工作温度达250℃，短时间或非常时期允许接近铜熔点温度）、防爆（无缝铜管套及其密封的电缆终端可阻止可燃气体和火焰通过电缆进入电器设备）、载流量大、防水性能好、机械强度高、寿命长、接地性能良好等优点，但价格贵、工艺复杂、施工难度大。在油灌区、重要木结构公共建筑、高温场所等耐火要求高且经济性可以接受的场合，可采用氧化镁电缆。由于氧化镁电缆原材料及工艺的特殊性，截面为25mm^{2}以上的多芯电缆均由单芯电缆组成。氧化镁电缆的型号、名称见表1H411013-6。

氧化镁电缆的型号、名称　表 1H411013-6

型号	名称
BTTQ	轻型铜护套氧化镁绝缘铜芯电力电缆
BTTZ	重型铜护套氧化镁绝缘铜芯电力电缆

例如，BTTQ-3×4，表示轻型铜护套氧化镁绝缘铜芯电缆，3 芯，$4mm^2$。

例如，BTTZ-5×1×25，表示重型铜护套氧化镁绝缘铜芯电力电缆，5 根单芯，$25mm^2$。

（4）分支电缆

分支电缆是按设计要求，由工厂预先将分支线制造在主干电缆上，分支线截面和长度是根据设计要求决定，极大缩短了施工周期，大幅度减少了材料费用和施工费用，保证了配电的安全性和可靠性。

分支电缆可以广泛应用在住宅楼、办公楼、商务楼、教学楼、科研楼等各种中高层建筑中，作为供配电的主、干线电缆使用。

分支电缆常用的有交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆（YJV 型）、交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜芯电力电缆（YJY 型）和无卤低烟阻燃耐火型辐照交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套铜芯电力电缆（WDZN-YJFE 型）等类型电缆，可根据分支电缆的使用场合对阻燃、耐火的要求程度，选择相应的电缆类型。

订购分支电缆时，应根据建筑电气设计图确定各配电柜位置，提供主电缆的型号、规格及总有效长度；各分支电缆的型号、规格及各段有效长度；各分支接头在主电缆上的位置（尺寸）；安装方式（垂直沿墙敷设、水平架空敷设等）；所需分支电缆吊头、横梁吊挂等附件型号、规格和数量。

（5）铝合金电缆

铝合金电缆不同于传统的铝芯电缆，它是国内一种新颖的电缆，电缆的结构形式主要有非铠装和铠装的、带 PVC 护套和不带 PVC 护套的，其芯线则采用高强度、抗蠕变、高导电率的铝合金材料。

铝合金表面与空气接触自然形成的氧化层能耐受多种腐蚀。在满足相同导电性能的前提下，合金线缆的重量是同样载流量的铜缆的一半，使用合金铝线缆以取代铜缆，可以减少电缆重量，合金铝导体比铜柔韧得多，弯曲性能好，安装时有更小的弯曲半径，更容易进行端子连接，使安装工作更为轻松。

非嵌装铝合金电力电缆可替代 YJV 型电力电缆，适用于室内、隧道、电缆沟等场所的敷设，不能承受机械外力；嵌装铝合金电力电缆可替代 YJV_{22} 型电力电缆，适用于隧道、电缆沟、竖井或埋地敷设，能承受机械较大的机械外力和拉力。

2. 控制电缆

控制电缆用于电气控制系统和配电装置的二次系统。二次电路的电流较小，因此芯线截面通常在 $10mm^2$ 以下，控制电缆的线芯多采用铜导体，其芯线组合有同心式和对绞式。

控制电缆按其绝缘层材质，分为聚氯乙烯、聚乙烯和橡胶。其中以聚乙烯电性能最好，可应用于高频线路。

塑料绝缘控制电缆：如 KVV、KVVP 等。主要用于交流 500V、直流 1000V 及以下的控制、信号、保护及测量线路。

如 KVVP 用于敷设在室内、电缆沟等要求屏蔽的场所；如 KVV_{22} 等用于敷设在电缆沟、直埋地等能承受较大机械外力的场所；如 KVVR、KVVRP 等敷设于室内要求移动的场所。

3. 仪表电缆

（1）仪表用电缆：如 YVV、YVVP 等，适用于仪器仪表及其他电气设备中的信号传输及控制线路。

（2）阻燃型仪表电缆：如 ZRC-YVVP、ZRC-YYJVP、ZRC-YEVP 等，阻燃仪表电缆具有防干扰性能高，电气性能稳定，能可靠地传送数字信号和模拟信号，兼有阻燃等特点，所以广泛应用于电站、矿山和石油化工等部门的检测和控制系统上。常固定敷设于室内、隧道内、管道中或户外托架中。

三、母线槽的类型及应用

母线槽是由金属外壳（钢板或铝板）、导电排、绝缘材料及有关附件组成的。具有系列配套、体积小、容量大、电流易于分配到各个支路、设计施工周期短、装拆方便、安全可靠、使用寿命长等优点，特别适用于高层建筑、标准厂房、机床密集的车间等场所，作为电力馈电及配电之用，是一种比较理想的输配电系列产品。

1. 母线槽的分类

母线槽按绝缘方式可分为空气型母线槽、紧密型母线槽和高强度母线槽；按导电材料分为铜母线槽和铝母线槽；按防火能力可分为普通型母线槽和耐火型母线槽。

（1）空气型母线槽

母线之间接头用铜片软接过渡，接头之间体积过大，占用了一定空间，应用较少。因存在烟囱效应，空气型母线槽不能用于垂直安装。

（2）紧密型母线槽

紧密型母线槽采用插接式连接，具有体积小、结构紧凑、运行可靠、传输电流大、便于分接馈电、维护方便等优点，可用于树干式供电系统，在高层建筑中得到广泛应用。

紧密型母线槽的散热主要靠外壳，母线槽温升偏高，散热效果较差。母线的相间气隙小，母线通过大电流时，产生较大的电动力，使磁振荡频率形成叠加状态，可能产生较大的噪声。紧密型母线槽防潮性能较差，在施工时容易受潮及渗水，造成相间绝缘电阻下降。

（3）高强度母线槽

高强度母线槽外壳做成瓦沟形式，使母线槽机械强度增加，解决了大跨度安装无法支撑吊装的问题。母线之间有一定的间距，线间通风良好，相对紧密式母线槽而言，其防潮和散热功能有明显的提高；由于线间有一定的空隙，使导线的温升下降，这样就提高了过载能力，并减少了磁振荡噪声。但它产生的杂散电流及感抗要比紧密式母线槽大得多，因此在同规格比较时，它的导电排截面必须比紧密式母线槽大。

（4）耐火型母线槽

耐火型母线槽专供消防设备电源的使用，其外壳采用耐高温不低于 1100℃的防火材料，隔热层采用耐高温不低于 300℃的绝缘材料，耐火时间有 60min、90min、120min、180min，满负荷运行可达 8h 以上。耐火型母线槽除应通过 CCC 认证外，还应有国家认可的检测机构出具的型式检验报告。

2. 母线槽选用

（1）高层建筑的垂直输配电应选用紧密型母线槽，可防止烟囱效应，其导体应选用长期工作温度不低于130℃的阻燃材料包覆。楼层之间应设阻火隔断，阻火隔断应采用防火堵料。应急电源应选用耐火型母线槽，且不准释放出危及人身安全的有毒气体。

（2）大容量母线槽可选用散热好的紧密型母线槽，若选用空气型母线槽，应采用只有在专用工作场所才能使用的IP30的外壳防护等级。

（3）母线槽接口相对较容易受潮，选用母线槽应注意其防护等级。对于不同的安装场所，应选用不同外壳防护等级的母线槽。一般室内正常环境可选用防护等级为IP40的母线槽，消防喷淋区域应选用防护等级为IP54或IP66的母线槽。

（4）母线槽不能直接和有显著摇动和冲击振动的设备连接，应采用软接头加以连接。

四、绝缘材料的类型及应用

1. 绝缘漆：主要是以合成树脂或天然树脂等为漆基与某些辅助材料组成。按用途分为浸渍漆、漆包线漆、覆盖漆、硅钢片漆和防电晕漆等。主要作为绝缘材料用于电机和电气设备中。例如，浸渍漆主要用于浸渍电机、电器的线圈和绝缘零部件，以填充其间隙和微孔，其固化后能在浸渍物体表面形成连续平整的漆膜，并使线圈粘结成一个结实的整体，以提高绝缘结构的耐潮、导热、击穿强度和机械强度等性能。

2. 绝缘胶：主要有灌注胶、浇注胶、包封胶等几类。例如，主要用在浇注电缆接头和套管、20kV以下电流互感器、10kV及以下电压互感器、干式变压器、户内户外绝缘子、SF_6断路器灭弧室绝缘子、电缆接线盒、密封电子元件等。

3. 气体介质绝缘材料：在电气设备中除可作为绝缘材料外，还具有灭弧、冷却和保护等作用，常用的气体绝缘材料有空气、氮气、二氧化硫和六氟化硫（SF_6）等。例如，SF_6一般由硫和氟直接燃烧合成，经净化干燥处理后使用。常态下，SF_6是一种无色、无味、不燃不爆、无毒且化学性质稳定的气体，其分子量大，分子中含有电负性很强的氟原子，具有良好的绝缘性能和灭弧性能。在均匀电场中，其击穿强度约为空气的3倍，在0.3～0.4MPa下，其击穿强度等于或优于变压器油。目前广泛用于SF_6全封闭组合电器、SF_6断路器、气体绝缘变压器、充气管路电缆等。

4. 液体绝缘材料：在电气设备中，通过绝缘液体的浸渍和填充，消除了空气和间隙，提高了绝缘介质的击穿强度，并改善了设备的散热条件。常用的有变压器油、断路器油、电容器油、电缆油等。例如，在变压器、油断路器、电容器和电力电缆等电气设备中广泛使用液体绝缘材料。

5. 云母制品：主要由云母或粉云母、粘结剂和补强材料组成，根据不同的材料组成，可制成不同特性的云母绝缘材料。云母制品主要有云母带、云母板、云母箔和云母玻璃四类。例如，云母带是由粘结剂粘合云母片或粉云母纸与补强材料，经烘干而成。环氧玻璃粉云母带含胶量大，厚度均匀，固化后电气、力学性能较好，适用于模压或液压成型的高压电机线圈绝缘。

6. 层压制品：层压制品是由纸或布作底材，浸以不同的粘结剂，经热压（或卷制）而制成的层状结构的绝缘材料。层压制品可加工制成具有良好的电气、力学性能和耐热、耐油、耐霉、耐电弧、防电晕等特性的制品。

层压制品主要包括层压板、管（筒）、棒、电容套管芯和其他特种型材等。层压板又

包括层压纸板、层压布板、层压玻璃布板和特种层压板（如防电晕层压板）四类。例如，环氧层压玻璃布板具有优异的绝缘性能、良好的粘结力和较高的热态机械强度，适用于300MW、600MW 汽轮发电机及其他高压电机中。

1H411020 机电工程常用工程设备

1H411021 通用设备的分类和性能

机电工程项目通用机械设备是指通用性强、用途较广泛的机械设备，常用的主要有：泵、风机、压缩机、输送设备。

一、泵的分类和性能

泵主要用来输送流体或混合流体，包括液体、气体、气液混合物、固液混合物以及气固液三相混合物的机械设备。

（一）泵的分类

泵的种类很多，其分类方法主要有三种。

1. 按《建设工程分类标准》GB/T 50841—2013 泵设备安装工程类别分类

包括离心式泵、旋涡泵、电动往复泵、柱塞泵、蒸汽往复泵、计量泵、螺杆泵、齿轮油泵、真空泵、屏蔽泵、简易移动潜水泵等。其中离心式泵效率高，结构简单，适用范围最广。

2. 按泵的工作原理和结构形式分类

（1）容积式泵。靠工作部件的运动造成工作容积周期性地增大和缩小而吸排物料，并靠工作部件的挤压而直接使物料的压力能增加。根据运动部件运动方式的不同分为往复泵和回转泵两类，往复泵有活塞泵、柱塞泵和隔膜泵等；回转泵有齿轮泵、螺杆泵和叶片泵等。

（2）叶轮式泵。叶轮式泵是靠叶轮带动液体高速回转而把机械能传递给所输送的物料。根据泵的叶轮和流道结构特点的不同，叶轮式泵分为离心泵、轴流泵、混流泵和旋涡泵等。

3. 其他分类

（1）按泵轴位置可分为：立式泵、卧式泵。

（2）按吸口数目可分为：单吸泵、双吸泵。

（3）按驱动泵的原动机划分，可分为：电动泵、汽轮机泵、柴油机泵、气动隔膜泵等。

（二）泵的性能

1. 泵的性能参数：主要有流量和扬程，还有轴功率、转速、效率和必需汽蚀余量。

（1）流量是指单位时间内通过泵出口输出的液体量，一般采用体积流量。

（2）扬程是单位重量输送液体从泵入口至出口的能量增量，对于容积式泵，能量增量主要体现在压力能增加上，通常以压力增量代替扬程来表示。

例如，一幢 30 层的高层建筑，其消防水泵的扬程应在 130m 以上。

（3）泵的效率不是一个独立性能参数，它可以由别的性能参数如流量、扬程和轴功率按公式计算求得。

2. 泵的各个性能参数之间的关系。

（1）特性曲线。泵的各个性能参数之间存在着一定的相互依赖变化关系，并用特性曲线来表示。每一台泵都有特定的特性曲线，由泵制造厂提供。

（2）泵的工作范围（性能区段）。通常在工厂给出的特性曲线上还标明推荐使用的性能区段，称为泵的工作范围。

（3）泵的工作范围和特性曲线关系。选择和使用泵时，应使泵的工作点落在工作范围内。同一台泵输送黏度不同的液体时，其特性曲线也会改变。

例如，对于动力式泵，随着液体黏度增大，扬程和效率降低，轴功率增大，所以工业上有时将黏度大的液体加热使黏性变小，以提高输送效率。

二、风机的分类和性能

（一）风机的分类

1. 按《建设工程分类标准》GB/T 50841—2013 风机设备安装工程类别分类

包括离心式通风机、离心式引风机、轴流通风机、回转式鼓风机、离心式鼓风机。

2. 按气体在旋转叶轮内部流动方向分类

包括离心式风机、轴流式风机、混流式风机。

3. 按结构形式分类

包括单级风机、多级风机。

4. 按排气压强的不同分类

包括通风机、鼓风机、压气机。

（二）风机的性能

1. 风机的性能参数：主要有流量、压力、功率、效率和转速，另外，噪声和振动的大小也是风机的指标。

2. 风机的各性能参数的表示：

（1）流量也称风量，以单位时间内流经风机的气体体积表示。

（2）压力也称风压，是指气体在风机内压力升高值。压力有静压、动压和全压之分。

（3）轴功率，是指风机的输入功率。

（4）效率，是指风机有效功率与轴功率之比。风机全压效率可达 90%。

三、压缩机的分类和性能

压缩机是一种压缩气体体积并提高气体压力或输送气体的机器。各种压缩机都属于动力机械，能将气体体积缩小，压力增高，具有一定的动能，可作为机械动力或其他用途。

（一）压缩机的分类

1. 按《建设工程分类标准》GB/T 50841—2013 压缩机设备安装工程类别分类

包括活塞式压缩机、回转式螺杆压缩机、离心式压缩机（电动机驱动）等。

2. 按所压缩的气体不同分类

包括空气压缩机、氧气压缩机、氨压缩机、天然气压缩机。

3. 按照压缩气体方式分类

包括容积式压缩机和动力式压缩机两大类。

（1）容积式压缩机按结构形式和工作原理可分为往复式（活塞式、膜式）压缩机和回转式（滑片式、螺杆式、转子式）压缩机。

（2）动力式压缩机可分为轴流式压缩机、离心式压缩机和混流式压缩机。

4. 按压缩次数分类

包括单级压缩机、两级压缩机、多级压缩机。

5. 按气缸的布置方式分类

包括 W 型压缩机、扇形压缩机、M 型压缩机、H 型压缩机。

6. 按气缸的排列方法分类

包括串联式压缩机、并列式压缩机、复式压缩机、对称平衡式压缩机。

例如，大型压缩机都按气缸的排列方向发展，气缸横卧排列在曲轴轴颈互成 180° 的曲轴两侧，布置成 H 型、D 型、M 型，其惯性力基本能平衡，如大型空气压缩机。

7. 按压缩机的排气最终压力分类

包括低压压缩机、中压压缩机、高压压缩机、超高压压缩机。

8. 压缩机其他分类

按压缩机排气量的大小划分，按传动种类划分，按润滑方式划分，按冷却方式划分，按动力机与压缩机的传动方法划分。离心式压缩机按总体结构划分等。

（二）压缩机的性能

压缩机的性能参数主要包括容积、流量、吸气压力、排气压力、工作效率、输入功率、输出功率、性能系数等。

四、输送设备的分类和性能

（一）输送设备的分类

输送设备通常按有无牵引件（链、绳、带）分类。

1. 具有挠性牵引件的输送设备类型和工作特点

（1）类型。有带式输送机、链板输送机、刮板输送机、埋刮板输送机、小车输送机、悬挂输送机、斗式提升机、气力输送设备等。

（2）工作特点。把物品置于承载件上，由挠性牵引件搬运承载件沿着固定的线路运动，靠物品和承载件的摩擦力使物品与牵引件在工作区段上一起移动。

2. 无挠性牵引件的输送设备类型和工作特点

（1）类型。有螺旋输送机、滚柱输送机、气力输送机等。

（2）工作特点。物品与推动件分别运动。推动件做旋转运动（滚子输送机）或往复运动（振动输送机）时，依靠物品与承载件间的摩擦力或惯性力，使物品向前运动，而推运件自身仍保持或回复到原来位置。

（二）输送设备的性能和特点

1. 输送设备的性能

只能沿着一定路线向一个方向连续输送物料，可进行水平、倾斜和垂直输送，也可组成空间输送线路。

2. 输送设备的特点

输送设备输送能力大、运距长、设备简单、操作简便、生产率高，还可在输送过程中同时完成若干工艺操作。

（三）输送设备的主要参数

1. 输送能力和线路布置（水平运距、提升高度等）。

2. 输送速度和驱动功率。

3. 主要工作部件的特征尺寸。

1H411022 专用设备的分类和性能

一、电力设备的分类和性能

（一）火力发电设备

火力发电一般是指利用煤炭、石油、天然气、生物质、城市垃圾等燃料燃烧时产生的热能或工业过程中的余热来加热水，使水变成符合相应条件的过热蒸汽，然后再由过热蒸汽推动汽轮发电机组来发电的发电方式的总称。以煤炭、石油、天然气作为燃料的统称为火力发电，以生物质作为燃料的称为生物质发电，以城市垃圾作为燃料的称为垃圾发电，以工业余热作为热源的称为余热发电。

1. 锅炉

（1）锅炉的分类

1）按照特种设备目录分为：承压蒸汽锅炉、承压热水锅炉、有机热载体锅炉。

① 承压蒸汽锅炉：设计正常水位容积大于或者等于 30L，且额定蒸汽压力大于或者等于 0.1MPa（表压）的锅炉。

② 承压热水锅炉：出口水压大于或者等于 0.1MPa（表压），且额定功率大于或者等于 0.1MW 的锅炉。

③ 有机热载体锅炉：额定功率大于或者等于 0.1MW 的锅炉，包括有机热载体气相炉、有机热载体液相炉。

2）按用途分类分为：电站锅炉、工业锅炉、船用锅炉、机车锅炉。

3）按结构分为：火管锅炉、水管锅炉。

4）按循环方式分为：自然循环锅筒锅炉、多次强制循环锅炉、低循环倍率锅炉、直流锅炉、复合循环锅炉。

5）按锅炉机组容量分为：小型锅炉、中型锅炉、大型锅炉。

6）按锅炉出口工质压力分为：低压锅炉、中压锅炉、高压锅炉、超高压锅炉、亚临界压力锅炉、超临界压力锅炉、超超临界压力锅炉。

7）按燃烧方式分为：层燃锅炉、室燃锅炉、旋风炉、流化床燃烧锅炉。

8）按所用燃料或能源分为：固体燃料锅炉、液体燃料锅炉、气体燃料锅炉、余热锅炉、原子能锅炉、废料锅炉、其他能源锅炉。

9）按排渣方式分为：固态排渣锅炉、液态排渣锅炉。

10）其他类型。按炉膛烟气压力分，按锅筒布置方式分，按锅炉厂房形式分，按锅型分等。

（2）锅炉的性能及主要参数

1）锅炉的性能：对外输出热介质并提供热能。

2）主要参数：

① 蒸发量：蒸汽锅炉用额定蒸发量表明其容量的大小，即每小时生产的额定蒸汽量称为蒸发量，单位是 t/h，也称锅炉的额定出力或铭牌蒸发量。热水锅炉用额定热功率来表明其容量的大小，单位是 MW。

② 压力：蒸汽锅炉出气口处的蒸汽额定压力，或热水锅炉出水口处热水的额定压力称为锅炉的额定工作压力，又称最高工作压力，单位是 MPa。

③ 温度：对于生产过热蒸汽的锅炉，应标明蒸汽过热器出口处的蒸汽温度，即过热蒸汽温度，单位是℃。对于热水锅炉，分为额定出口的热水温度和额定进口的回水温度。通过热水锅炉的水流量称为额定循环水量，单位是 t/h。

④ 锅炉受热面蒸发率：蒸汽锅炉每平方米受热面每小时所产生的蒸汽量，单位是 kg/（m^2·h）。

⑤ 锅炉受热面发热率：热水锅炉每小时每平方米受热面所产生的热量，单位是 kJ/（m^2·h）。

锅炉受热面蒸发率或发热率是反映锅炉工作强度的指标，其数值越大，表示传热效果越好。一般工业锅炉的受热面蒸发率小于 40kg/（m^2·h）；热水锅炉的受热面发热率小于 83700kJ/（m^2·h）。

⑥ 锅炉热效率：锅炉有效利用热量与单位时间内锅炉的输入热量的百分比，是锅炉热经济性指标，用符号 η 表示。一般工业燃煤锅炉热效率在 60%～82%。

钢材消耗率：钢材消耗率是指锅炉单位蒸发量所耗用的钢材量，单位为 t/（t·h）。

锅炉可靠性：锅炉可靠性一般用五项指标考核，即运行可用率、等效可用率、容量系数、强迫停运率和出力系数。

2. 汽轮机

（1）汽轮机的分类

1）按工作原理分为：冲动式汽轮机，反动式汽轮机，冲动、反动联合汽轮机等。

2）按热力过程分为：凝汽式、背压式、抽气式、抽气背压式和中间再热式汽轮机等。

3）按新蒸汽参数高低分为：低压汽轮机、中压汽轮机、高压汽轮机、超高压汽轮机、亚临界压力汽轮机、超临界压力汽轮机、超超临界压力汽轮机等。

4）按蒸汽流动方向分为：轴流式汽轮机、辐流式汽轮机等。

5）按气缸数量分为：单缸汽轮机、双缸汽轮机、多缸汽轮机等。

6）按用途分为：电站汽轮机、工业汽轮机、船用汽轮机等。

（2）汽轮机的性能

主要有功率（MW）、主汽压力（MPa）、主汽温度（℃）、进气量（t/h）、排气压力（MPa）、汽耗［kg/（kW·h）］、转速（r/min）等。

3. 火力发电的性能及考核指标

（1）火力发电的性能

火力发电是利用煤炭、石油、天然气、液体燃料、气体燃料、生物质、城市垃圾燃烧产生的热能来加热水，使水变成高温高压水蒸气，再由水蒸气推动汽轮发电机组发电，并对外输出电能。

（2）火力发电的考核指标

主要有发电量、发电煤耗和供电煤耗、汽轮机热耗和热效率、锅炉效率、供热煤耗、补给水率、主蒸汽压力、主蒸汽温度、汽轮机真空度等。

（二）核能发电设备

核能发电是利用核反应堆中核裂变所释放出的热能进行发电的一种发电方式。反应堆

设备分为压水堆设备、重水堆设备、高温气冷堆设备、石墨型反应堆设备、动力型反应堆设备、试验反应堆设备。

1. 核电站分类

包括压水堆核电站、沸水堆核电站、重水堆核电站、石墨水冷堆核电站、石墨气冷堆核电站、高温气冷堆核电站和快中子增殖堆核电站等。

2. 核发电设备

包括核岛设备、常规岛设备、辅助系统（BOP）设备。

（1）核岛设备：包括反应堆堆芯、燃料转运装置、反应堆压力容器、堆内构件、控制棒驱动机构、蒸汽发生器、主泵、主管道、安注箱、硼注箱和稳压器等。核岛设备是承担热核反应的主要部分。

（2）常规岛设备：包括汽轮机、发电机、除氧器、凝汽器、汽水分离再热器、高低压加热器、主给水泵、凝结水泵、主变压器和循环水泵等。

（3）辅助系统设备：包括核蒸汽供应系统之外的部分，即化学制水、海水、制氧、压缩空气站等。

（三）风力发电设备

1. 风力发电设备的分类

（1）按安装场地分为：陆上风电机组和海上风电机组。

（2）按叶片数量分为：单叶片风电机组、双叶片风电机组、三叶片风电机组和多叶片风电机组。目前安装最多的是三叶片风电机组。

（3）按驱动方式分为：直驱式风电机组和双馈式风电机组。

1）直驱式风电机组：直驱式风电机组没有齿轮箱，叶轮直接带动发电机转子旋转。相对双馈式风电机组少了齿轮箱，降低了风机机械故障率。直驱机具有结构简单、可靠性强、效率高、维护成本低等优点。并且直驱式风电机组在低风速运转时性能良好，特别适合在国内三类风区安装使用。由于直驱式发电机永磁材料在振动、冲击、高温情况下容易出现失磁现象；同时由于永磁材料存在永久的强磁性，无法在现场条件下检修，所以一旦出现问题只有返厂维修。

2）双馈式风电机组：双馈式风电机组是在叶轮与发电机之间增加了变速箱，避免了发电机直接与叶轮直接连接而增加叶片的冲击载荷，并且将其直接传递到发电机上，降低了发电机的故障率。

（4）按风叶的可调性分为：定桨距风电机组和变桨距风电机组。

1）定桨距风电机组：桨叶与轮毂固定连接，桨叶的迎风角度不随风速变化，依靠桨叶的气动特性自动失速，即当风速大于额定风速时依靠叶片的失速特性保持输入功率基本稳定，以及通过叶尖扰流器（即风轮制动）来实现极端情况下的安全停机问题。

2）变桨距风电机组：桨叶可在轮毂上自由转动，通过改变桨距角实现风电机组从风中吸收的功率。

2. 风力发电机组的组成

（1）直驱式风电机组：主要由塔筒（支撑塔）、机舱总成、发电机、叶轮总成、测风系统、电控系统和防雷保护系统组成。发电机位于机舱与轮毂之间。直驱式风电机组机舱里面取消了发电机、齿轮变速系统，将发电机直接外置到与轮毂连接部分。

（2）双馈式风电机组：主要由塔筒、机舱、叶轮组成。机舱内集成了发电机系统、齿轮变速系统、制动系统、偏航系统、冷却系统等。

3. 风力发电机组的性能

风力发电机组是将风能转化为电能的设备。风力发电机组的性能参数很多，其中额定功率和叶轮直径是风力发电机组的最重要的参数。目前，我国风电场普遍采用的主流机型为功率 1.5MW 和 2.0MW 的风电机组，3.0MW 机型也已成熟，海上风场机组容量普遍在 4.0MW 以上，6～8MW 机型在海上风场的应用也呈现上升趋势。

（四）光伏发电设备

1. 光伏发电系统的分类

光伏发电系统分为独立光伏发电系统、并网光伏发电系统和分布式光伏发电系统。

（1）独立光伏发电系统

独立光伏发电也叫离网光伏发电。主要由太阳能电池组件、充放电控制器、蓄电池组成，若要为交流负载供电，还需要配置交流逆变器。

（2）并网光伏发电系统

并网光伏发电就是太阳能组件产生的直流电经过并网逆变器转换成符合电网要求的交流电之后直接接入公共电网。

1）按是否具备调度性分为：带蓄电池的和不带蓄电池的并网发电系统。

带蓄电池的并网发电系统：具有可调度性，可以根据需要并入或退出电网，还具有备用电源的功能，当电网因故停电时可紧急供电。带有蓄电池的光伏并网发电系统常常安装在居民建筑中。

不带蓄电池的并网发电系统：不具备可调度性和备用电源的功能，一般安装在较大型的系统上。

2）按规模分为：集中式大型并网光伏电站和分散式小型并网光伏电站。

集中式大型并网光伏电站：一般都是国家级电站，主要特点是将所发电能直接输送到电网，由电网统一调配向用户供电，具有电站投资大、建设周期长、占地面积大的特点。

分散式小型并网光伏电站：特别是光伏建筑一体化光伏电站，具有投资小、建设快、占地面积小、政策支持力度大等优点，是并网光伏发电的主流电站。

并网光伏系统组成：主要由光伏电池组件、并网逆变器、公共电网、监控系统组成。

（3）分布式光伏发电系统

1）分布式光伏发电系统，又称分散式发电或分布式供能，是指在用户现场或靠近用电现场配置较小的光伏发电供电系统，以满足特定用户的需求，支持现存配电网的经济运行，或者同时满足这两个方面的要求。

2）分布式光伏发电系统的基本设备包括光伏电池组件、光伏方阵支架、直流汇流箱、直流配电柜、并网逆变器、交流配电柜等设备，另外还有供电系统监控装置和环境监测装置。

3）运行模式是在有太阳辐射的条件下，光伏发电系统的太阳能电池组件阵列将太阳能转换输出的电能，经过直流汇流箱集中送入直流配电柜，由并网逆变器逆变成交流电供给建筑自身负载，多余或不足的电力通过连接电网来调节。

2. 光伏发电系统的性能

（1）光伏发电的特点

1）光伏发电的优点：无资源枯竭危险，能源质量高，安全可靠，无噪声，无污染排放。可利用建筑屋面的优势，例如，无电地区，以及地形复杂地区。无需消耗燃料和架设输电线路即可就地发电供电；建设周期短，获取能源花费的时间短。

2）光伏发电的缺点：照射的能量分布密度小，即要占用巨大面积；获得的能源受季节、昼夜及阴晴等气象条件的影响较大；相对于火力发电，发电机会成本高，有资料表明光伏发电成本为火力发电成本的 2 倍。光伏板的制造过程复杂，耗费资源较多。

（2）光伏发电系统性能

光伏发电系统的主要性能参数是光伏发电厂发电功率（kW）。

（五）光热发电设备

1. 光热发电的分类

光热发电有 4 种形式，即槽式光热发电、塔式光热发电、蝶式光热发电和菲涅尔式光热发电，目前国内常见的是槽式光热发电设备和塔式光热发电设备。

2. 光热发电系统

通过聚集太阳辐射能加热换热工质，再经热交换器加热水，产生过热蒸汽，驱动汽轮机带动发电机发电。

（1）槽式光热发电系统

通过跟踪系统，控制槽式太阳能聚光集热器聚集太阳辐射能加热换热工质，再经热交换器加热水，产生过热蒸汽，驱动汽轮机带动发电机发电。槽式太阳能聚光集热器的结构主要由槽型抛物面反射镜、集热管、跟踪机构组成。

（2）塔式光热发电系统

通过定日镜将光能反射到塔顶集热器上加热工质，热工质经热交换器与水进行热量交换，将水加热成过热蒸汽，驱动汽轮机带动发电机发电。塔式光热典型设备有定日镜和塔顶吸热器。

3. 光热发电系统的特点

（1）太阳辐射情况受到地理维度、季节、气候等因素的影响较大。

（2）占地面积大，且对场地平整度的要求较高。

（3）槽式光热的集热管管系长、散热面积大，环境温度对系统热耗影响较大。

（4）槽式光热的集热器抗风性能相对较差。

二、石油化工设备的分类和性能

（一）静置设备的分类和性能

1. 静置设备的分类

在石油化工领域，诸多静置设备作为存储、反应、分离、换热等工艺过程的核心设备，起着极为关键的作用。如聚丙烯装置的环管反应器就是该装置的核心设备之一。静置设备是指安装后不能移动或不需要移动的设备，通常其内部主要结构也不发生相对位移。静置设备内工艺介质的运动主要靠动设备（如压缩机、泵）驱动。有时，静置设备和动设备安装在一体，如原油储罐属于静置设备，安装于下部罐壁的搅拌器属于动设备。

静置设备其分类方法很多，主要有：按设备的设计压力分类，按制造设备所需材料分类，按设备在生产工艺过程中的作用原理分类。许多类别的静置设备属于特种设备

（压力容器）。

（1）按设备的设计压力分为：常压设备，$P<0.1\text{MPa}$；低压设备，$0.1\text{MPa}\leqslant P<1.6\text{MPa}$；中压设备，$1.6\text{MPa}\leqslant P<10\text{MPa}$；高压设备，$10\text{MPa}\leqslant P<100\text{MPa}$；超高压设备，$P\geqslant 100\text{MPa}$；$P<0$ 时，为真空设备。

（2）按制造设备所需材料分为：金属和非金属两大类。

（3）按设备在生产工艺过程中的作用原理分为：容器、反应器、塔设备、换热器、储罐等。

1）容器

按特种设备目录可分为：固定式压力容器、移动式压力容器、气瓶和氧舱。

固定式压力容器分为：高压容器、第三类压力容器、第二类压力容器、第一类压力容器。

移动式压力容器有：铁路罐车、汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱、管束式集装箱。

气瓶分为：无缝气瓶、焊接气瓶、特种气瓶（内装填料气瓶、纤维缠绕气瓶、低温绝热气瓶）。

氧舱分为：医用氧舱、高气压舱。

2）反应器

包括釜式反应器、管式反应器、固定床反应器、流化床反应器。根据石油化工生产产品不同，可以分为：加氢反应器、裂化反应器、重整反应器、歧化反应器、异构化反应器等。

3）塔设备

塔设备是石油化工、化学工业、石油工业等生产中最重要的设备之一。它可使气（汽）液或液液相之间进行充分接触，达到相际传热及传质的目的。

① 按操作压力分为：加压塔、常压塔及减压塔。

② 按单元操作分为：精馏塔、吸收塔、解吸塔、萃取塔、反应塔、干燥塔等。

③ 按内件结构分为：板式塔、填料塔。

按塔盘结构，板式塔又分为：泡罩塔、浮阀塔、筛板塔、舌形塔及浮动舌形塔、穿流式栅板塔、导向筛板塔。

按填料的填装方式，填料塔又分为：散装填料塔和规整填料塔。

4）换热器

① 换热器是将热流体的部分热量传递给冷流体的设备，又称热交换器。在石化生产中换热器可作为加热器、冷却器、冷凝器、蒸发器和再沸器等，应用非常广泛。

② 根据冷、热流体热量交换的原理和方式不同可分为：间壁式、混合式和蓄热式三大类。在三类换热器中，间壁式换热器应用最多。

③ 间壁式换热器是工业制造最为广泛应用的一类换热器。按照传热面形状与结构特点可分为：管式换热器，板面式换热器，扩展表面式换热器。

5）储罐

严格意义上，储罐也是一种容器，在石化领域，把常压、大型容器专称为储罐。

① 按制作储罐的材料分为：金属储罐和非金属储罐。

② 按储罐位置分为：地上储罐、地下储罐、半地下储罐、海上储罐、海底储罐等。

③ 按储罐储存介质分为：原油储罐、燃油储罐、润滑油储罐、食用油储罐、甲醇储罐、消防水储罐等。

④ 按储罐形式分为：立式储罐、卧式储罐。

⑤ 按储罐结构分为：固定顶储罐、无力矩顶储罐、浮顶储罐等。其中，固定顶储罐可分为锥顶储罐、拱顶储罐、自支承伞形顶储罐；浮顶储罐分为浮顶储罐、内浮顶储罐（带盖内浮顶储罐）。

2. 静置设备的性能

静置设备的性能主要由其功能来决定，主要作用有：贮存、均压、热交换、反应、分离、过滤等。主要性能参数有容积、压力、温度、流量、液位、换热面积、效率等。

（二）动设备的种类和性能

1. 动设备的种类

动设备是指由驱动机带动的转动设备或往复运动的设备，石化生产中的主要动设备有：

（1）压缩机

1）按照能量转换方式的不同分为：容积式压缩机和速度式压缩机。

① 容积式压缩机按其运动特点分为：往复式压缩机（又称活塞式压缩机）和回转式压缩机。回转式压缩机又分为：滚动转子式、滑片式、螺杆式、涡旋式压缩机。

② 速度式压缩机依据气流方向的不同分为：透平式压缩机和喷射式压缩机。

透平式压缩机又分为：离心式、轴流式和混流式三种。

2）按用途可分为：动力压缩机、气体输送压缩机、制冷和气体分离用压缩机、石油和化工用压缩机。

（2）粉碎设备

包括研磨机、破碎机、磨碎机、粉碎机、球磨机、砂磨机和超微粉碎设备、振动磨、气流磨、流能微粒磨、流能缩粒磨等。

（3）混合设备

包括搅拌器（机）、均质设备、混合机、混合器和捏合机等。

（4）分离设备

沉降式离心机、压滤机、叶滤机、转筒真空式连续过滤机、离心过滤机。

（5）制冷设备

包括制冷压缩机、风冷冷冻机等。

（6）包装设备

包括清洗机、输瓶机、灌装机、包装机、封口机、贴标机、收缩机和捆扎机、充填机等。

（7）输送设备

包括液体输送设备（例如，各种泵类设备和其他类型化工用泵）、气体输送设备（例如，通风机、鼓风机、压缩机）、固体输送设备（带式运输机、管式输送机、链斗提升机）等。

（8）运输设备

运输设备有汽车罐车、铁道罐车等。

(9) 成型设备

包括成型机、制粒机、造粒机等。

2. 动设备的性能

动设备的性能主要由其功能来决定，其主要作用有：气体压缩、粉碎、混合、分离、制冷、包装、输送、运输和成型等。

粉碎设备的性能指标有生产能力（t/d）、产品粒径、最大粉碎硬度。制冷设备的性能指标有工作温度、制冷量、功率制冷系数。输送设备的性能指标有输送能力（t/h）、电机功率、输送速度、线路布置、主要工作部件特征尺寸等。

三、冶炼设备的分类和性能

（一）冶金设备

冶金设备可分为烧结设备、炼焦及化学回收设备、耐火材料设备、炼铁设备、炼钢设备、轧钢设备、制氧设备、鼓风设备、煤气发生设备等。

1. 冶金设备的分类和性能

(1) 烧结设备

通过烧结机，将矿粉烧结成块并同时有效地消除矿石中的硫、磷等有害杂质。

1）烧结设备的分类

① 按固体物料运动特性分类：固定床、移动床和流动床。

② 按其所用加热炉的形式分类：反射炉、多膛炉、竖窑、回转窑、沸腾炉、旋风炉等。

2）烧结机系统组成

烧结机是烧结的主要设备。整个烧结机由冷却系统、抽风除尘系统、破碎筛分系统、烧结主机、煤气点火系统等组成。

(2) 炼铁设备

包括高炉本体、高炉除尘器、高炉鼓风机、高炉热风炉、铁水罐车等。

(3) 炼钢设备

包括转炉、电炉、电弧炉、钢包炉、混铁炉、电渣重熔炉等及其配套设备和系统。

(4) 轧钢设备

包括辊压成型机、压瓦机、圆弧机、瓦机设备、彩色瓦楞、滚弯机、精整设备、彩色波浪板滚弯机、热连轧机组、冷轧机、三辊轧管机、矫直机、横切机组、纵切机组、切分轧制、穿孔机、焊管机、卷取机、打捆机等。

2. 冶金设备的性能

冶金设备针对性强，品种多。以完成冶金产品的特定工序或几个工序的加工或生产，适合于单品种大批量加工或连续生产。

（二）建材设备的分类和性能

1. 建材设备的分类

建材设备包括水泥设备、玻璃设备、陶瓷设备、耐火材料设备、新型建筑材料设备、无机非金属材料及制品设备等。

(1) 水泥设备

水泥设备包括管磨机、回转窑、立式辊磨机、推动篦式冷却器、回转烘干机、电除尘

器、圆锥破碎机、辊压机、预热器及分解炉、回转式包装机、分室高压脉冲袋式除尘器、增湿塔、斗式提升机、熟料输送机、螺旋泵、空气输送斜槽、板链式提升机、组合式选粉机、旋风式选粉机、粗粉分离器、细粉分离器、多流股连续料流式均化库设备、堆料机、取料机等。其中回转窑、生料磨、煤磨、水泥磨称为水泥生产的"一窑三磨"。

（2）玻璃设备

当前"浮法"工艺是玻璃生产的主要工艺。浮法玻璃生产线主要的工艺设备有：玻璃熔窑、锡槽、退火窑及冷端的切装系统。其中玻璃熔窑、锡槽、退火窑是浮法玻璃生产的三大热工设备。

1）熔窑：熔窑为自立式结构。玻璃熔窑由熔化部和冷却部组成。将投入熔窑的原料经熔化部熔化得到熔融玻璃液，玻璃液经卡脖处水冷式搅拌器搅拌均匀后进入冷却部，并调整至成型所需的温度。

2）锡槽：锡槽是浮法玻璃生产的关键设备，也是成型设备。锡槽由耐火材料砌筑而成，外部设钢结构外壳。锡槽内充满锡液，熔融玻璃液从熔窑连续流入并漂浮在锡液表面上，在重力和表面张力的作用下，玻璃液在锡液面上铺开、摊平、硬化成型。

3）退火窑：退火窑由窑体外壳、耐热辊道、复合辊道、轮胎辊道组成，辊道由电动机、减速器成组驱动，辊道面标高可调节。退火窑对从锡槽来的玻璃板带进行退火处理，消除应力。

4）切装系统：退火后的玻璃板带连续进入成品加工线，经冷却、扫描、检测、纵切、横切、掰断、去边、按不同尺寸分片，然后由取片装置自动取片、衬纸、堆垛、包装。

（3）耐火材料设备

耐火材料设备包括陶瓷纤维和耐火材料加工设备。

2. 建材设备的性能

建材设备针对性强，效率高。它只完成建材产品的特定工序或几个工序的加工或生产，适合于单品种大批量加工或连续生产。水泥生产设备的主要参数为：熟料（t/d）；玻璃生产线的主要参数为：熔化量（t/d）。

（三）矿业设备的分类和性能

1. 矿业设备的分类

矿业设备包括：探矿设备、采矿设备和选矿设备。

（1）探矿设备包括：钻机、井架（钻塔）、绞车、动力机（电动机、柴油机）和泥浆泵等设备，以及机械手和拧管机等附属设备。

常用的钻机为回转钻机。根据矿岩性质不同，可分别使用硬质合金钻头、金刚石钻头或钻粒钻头等。钻头借助钻机给钻杆的轴向力和回转力作用破碎孔底矿岩。回转钻机可分为：回转式立轴钻机和回转式转盘钻机、冲击回转钻机。

（2）采矿设备包括：采掘设备、提升设备、输送设备等。

采掘设备主要包括：开采金属矿石和非金属矿石的采掘机械；开采煤炭用的采煤机械；开采石油用的石油钻采机械等。

（3）选矿设备包括：破碎设备、磨矿设备、筛分分级设备、选矿设备、选矿辅助设备等。

1）破碎设备：颚式破碎机、锤式破碎机、反击式破碎机、圆锥破碎机、齿辊破碎机、双辊破碎机等。

2）磨矿设备：超细层压自磨机、圆锥球磨机、陶瓷球磨机、节能球磨机、高能球磨机、高细球磨机、格子型球磨机、溢流型球磨机 、预混磨等。

3）筛分分级设备：多频脱水筛、高频筛、圆振动筛、直线振动筛、YK 系列圆振动筛、滚筒筛、成品筛、螺旋分级机等。

4）选矿设备：磁选设备、洗选设备、重选设备、浓缩设备、烘干煅烧设备。

5）选矿辅助设备：振动给料机、槽式给矿机、摆式给矿机、搅拌桶、斗式提升机、皮带输送机、振动给料机、圆盘给料机、高效浓缩机、圆盘造粒机、洗矿机、摇床、螺旋溜槽、水力旋流器、跳汰机、尾矿回收机、MBS 型棒磨机等。

2. 矿业设备的性能

矿业设备针对性强、品种多，以完成矿业的特定工序或几个工序的加工或生产，适合于大批量加工或连续生产。

1H411023 电气设备的分类和性能

一、电动机的分类和性能

（一）电动机的分类

1. 按结构及工作原理分类

电动机按结构及工作原理分类，可分为交流异步电动机、交流同步电动机和直流电动机。

（1）交流异步电动机可分为三相异步电动机、单相异步电动机和罩极异步电动机等。

（2）交流同步电动机可分为电磁同步电动机、永磁同步电动机、磁阻同步电动机和磁滞同步电动机。

（3）直流电动机可分为无刷直流电动机和有刷直流电动机。有刷直流电动机可分为电磁直流电动机和永磁直流电动机。电磁直流电动机又可分为串励、并励、他励和复励直流电动机；永磁直流电动机又分为稀土、铁氧体和铝镍钴永磁直流电动机。

2. 按工作电源分类

电动机按工作电源可分为直流电源电动机和交流电源电动机。其中，交流电源电动机又可分为单相电源电动机和三相电源电动机。例如，手持电动工具、家用电器用电动机等为单相电源供电的单相电动机。例如，切割机、套丝机、钢筋弯曲机等为三相电源供电的三相电动机。

3. 按用途分类

电动机按用途可分为驱动用电动机和控制用电动机。驱动用电动机又分为电动工具用电动机、家电用电动机及其他通用小型机械设备用电动机。

（二）电动机的性能

1. 直流电动机性能

直流电动机具有：较大的启动转矩和良好的启、制动性能，在较宽范围内实现平滑调速的优越性能，以及较强的过载性能，所以广泛应用于机床、轧钢机、电力机车和需要经常启动并调速的电气传动装置中。

2. 同步电动机性能

同步电动机具有：转速和电源频率保持严格同步的特性，即只要电源频率保持恒定，

同步电动机的转速就绝对不变。

3. 异步电动机性能

异步电动机是现代生产和生活中使用最广泛的一种电动机。它具有结构简单、制造容易、价格低廉、运行可靠、使用维护方便、坚固耐用、重量轻等优点。

二、变压器的分类和性能

（一）变压器的分类

变压器是输送交流电时所使用的一种变换电压和变换电流的电气设备。

1. 按用途分类：电力变压器、电炉变压器、整流变压器、工频试验变压器、矿用变压器、电抗器、调压变压器、互感器、其他特种变压器。

2. 按相数分类：单相变压器和三相变压器。

3. 按绕组数量分类：双绕组变压器、三绕组变压器和自耦变压器。

4. 按冷却介质分类：油浸式变压器、干式变压器、充气式变压器等。

5. 按冷却方式分类：自冷（含干式、油浸式）变压器、蒸发冷却（氟化物）变压器。

6. 按电源相数分类：单相变压器、三相变压器、多相变压器。

7. 按容量分类：中小型变压器（电压在35kV以下，容量在10～6300kVA）、大型变压器（电压在63～110kV，容量在6300～63000kVA）、特大型变压器（电压在220kV以上，容量在31500～360000kVA）。

（二）变压器的性能

变压器的性能参数包括：工作频率、额定功率、额定电压、电压比、效率等。

1. 工作频率

变压器铁芯损耗与频率成正比关系，所以应根据使用频率来设计和使用变压器。这个频率称为工作频率。

2. 额定功率

在规定的频率和电压下，变压器能长期工作，而且不超过规定温升的输出功率称为额定功率。

3. 额定电压

在变压器的线圈上所允许施加的电压，工作时不得大于的规定值，即称额定电压。

4. 电压比

变压器初级电压和次级电压的比值称为电压比，其有空载电压比和负载电压比的区别。

5. 效率

变压器次级功率与初级功率比值的百分比，称为变压器效率。通常变压器的额定功率越大，效率就越高。

三、电器及成套装置的分类和性能

（一）电器的分类

1. 开关电器，如断路器、隔离开关、负荷开关、接地开关等。

2. 保护电器，如熔断器、断路器、避雷器等。

3. 控制电器，如主令电器、接触器、继电器、启动器、控制器等。

4. 限流电器，如电抗器、电阻器等。

5. 测量电器，如电压、电流和电容互感器等。

（二）高压电器及成套装置的性能

1. 高压断路器的性能

（1）具有控制、保护和安全隔离作用。高压断路器是变电所主要的电力控制设备，当系统正常运行时，它能切断和接通线路及各种电气设备的空载和负载电流；当系统发生故障时，它和继电保护配合，能迅速切断故障电流，以防止扩大事故范围。

（2）具有灭弧特性。例如，高压油断路器以密封的绝缘油作为开断故障的灭弧介质，高压真空断路器利用高真空作为绝缘和灭弧介质，六氟化硫断路器是利用六氟化硫（SF_6）气体作为灭弧和绝缘介质，均广泛应用于各个电压等级的电网中。

2. 高压开关柜的性能

高压开关柜由柜体和高压断路器组成，柜体由壳体、电气元件、各种机构、二次端子及连线等组成，与高压断路器的性能一致。

3. 电抗器的性能

电抗器是依靠线圈的感抗阻碍电流变化的电器，具有保证断路器能切断短路电路，保证电气设备的动、热稳定性，通过提高阻抗来限制短路电流等性质。例如，QKSC 干式铁芯电抗器具有限制电机启动电流、提高其工作可靠性、保护电机平稳运行、延长电机使用寿命等性能。

4. 接触器、继电器的性能

接触器具有接通或分断电路、控制容量大、可远距离操作、配合继电器定时操作、联锁控制、失压及欠压保护等性能。继电器具有根据电流、电压、温度、压力等输入信号的变化进行自动调节、安全保护、转换电路等性能。

5. 互感器的性能

互感器具有将电网高电压、大电流变换成低电压、小电流；与测量仪表配合，可以测量电能；使测量仪表实现标准化和小型化；将人员和仪表与高电压、大电流隔离等性能。

1H412000　机电工程专业技术



1H412000
扫一扫
看本章精讲课
配套章节自测

1H412010　工程测量技术

1H412011　工程测量的方法

一、机电工程测量的作用和内容

（一）机电工程测量的作用

1. 安装定位：将设计图纸上的钢结构、设备或管线测设到实地。

2. 变形监测：已完工程实体的变形监测，包括沉降观测和倾斜观测。

（二）机电工程测量的主要内容

1. 机电设备安装放线、基础检查、验收。

2. 工序或过程测量。每道工序完成之后，都要通过测量，检查工程各部位的实际位置及高程是否符合设计要求。

3. 变形观测。测定已安装设备在平面和高程方面产生的位移和沉降，收集整理各种变化资料，作为鉴定工程质量和验证工程设计、施工是否合理的依据。

4. 交工验收检测。

5. 工程竣工测量。

二、机电工程测量的特点

1. 机电工程测量贯穿于整个施工过程。从基础划线、标高测量到设备安装全过程，都需要进行工程测量，以使其各部分的尺寸、位置符合设计要求。

2. 精度要求高。相比建筑工程测量，机电工程测量的精度误差要求要高得多，一些精度要求较高的设备其标高和中心线要求近乎零偏差。

3. 工程测量与工程施工工序密切相关。某项工序还没有开工，就不能进行该项的工程测量。测量人员必须了解设计的内容、性质及其对测量工作的精度要求，熟悉图纸，了解施工全过程，及时掌握施工现场的变化情况，使工程测量与工程施工密切配合。

4. 机电工程测量受施工环境因素影响大，测量标志极易被损坏。一般来说，机电工程施工现场作业人员多、交叉作业频繁、地面情况多变，又有机动车辆等产生机械振动，因此各种测量标志必须埋设在不易破坏的位置。

三、机电工程测量的原则和要求

1. 机电工程测量的原则

工程测量应遵循“由整体到局部，先控制后细部”的原则，即先依据建设单位提供的永久基准点、线为基准，然后测设出设备的准确位置。

2. 工程测量的要求

（1）保证测设精度，满足设计要求，减少误差累积。

（2）检核是测量工作的灵魂。应对测量工作的全过程进行全面复核及确认，保证测量结果的准确性。检核分为：仪器检核、资料检核、计算检核、放样检核和验收检核。

四、机电工程测量的基本原理与方法

（一）高程测量

高程测量：确定地面点高程的测量工作。一点的高程一般是指这点沿铅垂线方向到大地水准面的距离，又称海拔或绝对高程。

高程分为绝对高程和相对高程。

我国规定以黄海平均海水面作为高程的基准面（绝对 ±0.000），并在青岛设立水准原点，作为全国高程的起算点。地面点高出水准面的垂直距离称为“绝对高程”。

选定任一水准面作为高程起算的基准面，这处水准面称为假定水准面。地面任一侧点与假定水准面的垂直距离称为“相对高程”。标高是一种相对高程，如房屋建筑中一般把室内地坪作为 ±0.000 点，以此得到的相对高程为标高。

测量高程通常采用的方法有：水准测量、三角高程测量和气压高程测量。

1. 水准测量

测量原理：利用一条水平视线，并借助于竖立在地面点上的标尺，来测定地面上两点之间的高差，然后根据其中一点的高程来推算出另外一点高程的方法。

（1）测量方法：高差法和仪高法。

1）高差法——利用水准仪和水准尺测定待测点与已知点之间的高差，通过计算得到待测点高程的水准测量方法。

2）仪高法——利用水准仪和水准尺，只需计算一次水准仪的高程，就可以简便地测

算几个前视点的高程的水准测量方法。

（2）高差法和仪高法的测量原理相同，区别在于计算高程时次序上的不同。在安置一次仪器，需要同时测量多个前视点的高程时，仪高法比高差法方便。

（3）特点：最精密水准测量的方法，主要用于国家水准网的建立。除了国家等级的水准测量之外，还有普通水准测量。它采用精度较低的仪器（水准仪），测算手续也比较简单，广泛用于国家等级的水准网内的加密，或独立地建立测图和一般工程施工的高程控制网，以及用于线路水准和面水准的测量工作。

（4）测量仪器：水准仪和标尺。

2. 三角高程测量

（1）测量原理：三角高程测量是指通过观测两个控制点的水平距离和天顶距（或高度角）来求两点间高差的方法。

（2）特点：观测方法简单，受地形条件限制小，是测定大地控制点高程的基本方法。例如：在山区或地形起伏较大的地区测定地面点高程时，采用水准测量进行高程测量一般难以进行，实际工作中常采用三角高程测量的方法施测。测量精度的影响因素：距离误差、垂直角误差、大气垂直折光误差、仪器高和视标高的误差。

（3）测量仪器：经纬仪、全站仪和（激光）测距仪。

3. 气压高程测量

（1）测量原理：根据大气压力随高程而变化的规律，用气压计进行高程测量的一种方法。

（2）特点：由于大气压力受气象变化的影响较大，因此气压高程测量比水准测量和三角高程测量的精度都低，主要用于低精度的高程测量。但它的优点是在观测时点与点之间不需要通视，使用方便、经济和迅速。

（3）测量仪器：最常用的仪器为空盒气压计和水银气压计。

（二）基准线测量

基准线测量原理是利用经纬仪和检定钢尺，根据两点成一直线原理测定基准线。测定待定位点的方法有水平角测量和竖直角测量，这是确定地面点位的基本方法。每两个点位都可连成一条直线（或基准线）。

1. 保证量距精度的方法

返测丈量：当全段距离测量完之后，尺端调头，读数员互换，按同样的方法进行返测。往返丈量一次为一测回，一般应测量两测回以上。量距精度以两测回的差数与距离之比表示。

2. 安装基准线的设置

安装基准线一般都是直线，只要定出两个基准中心点，就构成一条基准线。平面安装基准线不少于纵横两条。

3. 安装标高基准点的设置

根据设备基础附近水准点，用水准仪测出标志的具体数值。相邻安装基准点高差应在0.5mm 以内。

4. 沉降观测点的设置

沉降观测采用二等水准测量方法。每隔适当距离选定一个基准点与起算基准点组成水



准环线。例如，对于埋设在基础上的基准点，在埋设后就开始第一次观测，随后的观测在设备安装期间连续进行。

五、机电工程测量的程序

无论是建筑安装工程还是工业安装工程的测量，其测量的基本程序都是：确认永久基准点、线→设置基础纵横中心线→设置基础标高基准点→设置沉降观测点→安装过程测量控制→实测记录等。

六、机电工程中常见的工程测量

（一）设备基础的测量

设备基础的测量工作大体包括以下内容：设备基础位置的确认，设备基础放线，标高基准点的确立，设备基础标高测量。

（二）连续生产设备安装的测量

1. 安装基准线的测设

中心标板应在浇灌基础时，配合土建埋设，也可待基础养护期满后再埋设。放线就是根据施工图，按建筑物的定位轴线来测定机械设备的纵、横中心线并标注在中心标板上，作为设备安装的基准线。设备安装基准线不少于纵、横两条。

2. 安装标高基准点的测设

安装标高基准点一般埋设在基础边缘且便于观测的位置。安装标高基准点一般有两种：一种是简单的标高基准点；另一种是预埋标高基准点。采用钢制标高基准点时，应设置在靠近设备基础边缘便于测量处，不允许埋设在设备底板下面的基础表面。

例如，简单的标高基准点一般作为独立设备安装的基准点；预埋标高基准点主要用于连续生产线上设备安装的标高基准点。

3. 连续生产设备只能有一条纵向基准线和一个预埋标高基准点。

（三）管线工程的测量

1. 测量内容：给水排水管道、燃气管道、热力管道、油气输送管道等的测量。

2. 测量步骤

（1）熟悉施工图纸，了解管线布置及工艺要求，按实际地形做好实测数据分析，绘制施工平面草图和断面草图。

（2）按草图对管线进行测量、放线并对管线施工过程进行控制测量。

（3）在管线施工完毕后，以最终测量结果绘制平、断面竣工图。

3. 测量方法

（1）管线中心定位的测量方法

定位的依据：依据地面上已有建筑物进行管线定位，也可根据控制点进行管线定位。例如，管线的主点位置已在设计时确定，管线中心定位就是将主点位置测设到地面上去，并用木桩或混凝土桩标定。管线的起点、终点及转折点称为管道的主点。

（2）管线高程控制的测量方法

为了便于管线施工时引测高程及管线纵、横断面测量，应沿管线设置临时水准点。其定位偏差应符合规定。例如，水准点一般都选在旧建筑物墙角、台阶和基岩等处。如无适当的地物，应提前埋设临时标桩作为水准点。

（3）地下管线工程测量

地下管线工程测量必须在回填前进行，要测量出管线的起止点、窨井的坐标和管顶标高，再根据测量资料编绘竣工平面图和纵断面图。

（四）长距离输电线路钢塔架（铁塔）基础施工的测量

1. 长距离输电线路定位并经检查后，可根据起止点和转折点及沿途障碍物的实际情况，测设钢塔架基础中心桩，其直线投点允许偏差和基础之间的距离丈量允许偏差应符合规定。中心桩测定后，一般采用十字线法或平行基线法进行控制，控制桩应根据中心桩测定，其允许偏差应符合规定。

2. 当采用钢尺量距时，其丈量长度不宜大于 80m，同时，不宜小于 20m。

3. 考虑架空送电线路钢塔之间的弧垂综合误差不应超过确定的裕度值，一段架空送电线路，其测量视距长度，不宜超过 400m。

4. 大跨越档距测量。在大跨越档距之间，通常采用电磁波测距法或解析法测量。

1H412012　工程测量的要求

一、水准测量法的主要技术要求

1. 各等级的水准点，应埋设水准标石

水准点应选在土质坚硬、便于长期保存和使用方便的地点。墙面水准点应设于稳定的建筑物上，点位应便于寻找、保存和引测。一个测区及其周围至少应有 3 个水准点。水准点之间的距离，一般地区应为 1～3km，工厂区宜小于 1km。

2. 水准观测应在标石埋设稳定后进行

两次观测高差较差超限时应重测。二等水准应选取两次异向合格的结果。当重测结果与原测结果分别比较，其较差均不超过限值时，应取三次结果的平均数。

3. 设备安装过程中测量时的注意事项

最好使用一个水准点作为高程起算点。当厂房较大时，可以增设水准点，但其观测精度应提高。

4. 水准测量所使用的仪器及水准尺，应符合下列规定：

（1）水准仪视准轴与水准管轴的夹角，DS1 型不应超过 15″，DS3 型不应超过 20″。

（2）水准尺上的米间隔平均长与名义长之差，对于铟钢尺，不应超过 0.15mm；对于双面水准尺，不应超过 0.5mm。

二、施工过程控制测量的基本要求

1. 建筑物及设备安装的控制测量，测点应按设计要求布设，点位应选择在通视良好、利于长期保存的地方。主要设备中心线端点，应埋设混凝土固定标桩。

2. 设备安装时高程控制的水准点，可由厂区给定的标高基准点，引测至稳固的建筑物或主要设备的基础上。引测的精度，不应低于原水准的等级要求。

1H412013　工程测量仪器的应用

一、水准仪

（一）水准仪组成及用途

1. 水准仪的组成

由望远镜、水准器（或补偿器）和基座等部件组成。按构造分为微倾水准仪、自动安



平水准仪、激光水准仪和电子水准仪；按精度分为普通水准仪和精密水准仪。常用国产水准仪有：DS05、DS1、DS3 三种等级。数字表示仪器的精度，即每千米往返测得高差中数的误差（mm）。

2. 水准仪的用途

水准仪的主要功能是用来测量标高和高程。水准仪是测量两点间高差的仪器，广泛用于控制、地形和施工放样等测量工作。在水准仪上附有专用配件时，可组成激光水准仪。

（二）水准仪的应用

1. 水准仪的应用范围

（1）用于建筑工程测量控制网标高基准点的测设及厂房、大型设备基础沉降观察的测量。

（2）在设备安装工程项目施工中用于连续生产线设备测量控制网标高基准点的测设及安装过程中对设备安装标高的控制测量。

2. S3 光学水准仪主要应用

（1）建筑工程测量控制网标高基准点的测设及厂房、大型设备基础沉降观察的测量。

（2）在设备安装工程项目施工中用于连续生产线设备测量控制网标高基准点的测设及安装过程中对设备安装标高的控制测量。

二、经纬仪

（一）经纬仪的组成及用途

1. 经纬仪的组成。由基座、度盘（水平度盘和竖直度盘）和照准部三个部分组成。照准部上设有望远镜、水准管及读数装置等部件。按读数设备分为游标经纬仪、光学经纬仪和激光经纬仪。

2. 经纬仪的用途。广泛用于控制、地形和施工放样等测量。在经纬仪上附有专用配件时，可组成激光经纬仪、坡面经纬仪等。

例如，光学经纬仪（如苏光 J2 经纬仪等），它的主要功能是测量纵、横轴线（中心线）以及垂直度的控制测量等。光学经纬仪主要应用于机电工程建（构）筑物建立平面控制网的测量以及厂房（车间）柱安装铅垂度的控制测量，用于测量纵向、横向中心线，建立安装测量控制网并在安装全过程进行测量控制。

（二）经纬仪的应用

经纬仪的主要功能是测量水平角和竖直角。

1. 主要应用于机电工程建（构）筑物建立平面控制网的测量以及厂房（车间）立柱安装垂直度的控制测量。

2. 在机电安装工程中，用于测量纵、横中心线，建立安装测量控制网并在安装全过程进行测量控制。

应用举例：用两台光学经纬仪对厂房钢柱进行垂直校正测量。将两台经纬仪安置在钢柱的纵、横轴线上，经纬仪与柱子的距离约为柱高的 1.5 倍。仪器调平后，先分别照准立柱底部的纵向和横向中线，再仰视到柱顶，如柱顶中线偏离视线，表示柱子不垂直，这时，可通过采取调节张紧拉绳、立柱支撑、敲打楔块或柱底垫铁等方法来调整立柱。

三、全站仪

（一）全站仪及其用途

1. 全站仪是一种随着现代科学技术发展和计算机广泛应用而诞生的集测距装置、测

角装置和微处理器为一体的测量仪器。可以同时进行角度（水平角、竖直角）测量（斜距、平距、高差）和数据处理。常用全站仪可分为：0.5″、1″、2″三个等级。

2. 全站仪具有角度测量、距离（斜距、平距、高差）测量、三维坐标测量、导线测量、交会定点测量和放样测量等多种用途。内置专用软件后，功能还可进一步拓展。

（二）全站仪的应用

1. 水平角测量

（1）按角度测量键，使全站仪处于角度测量模式，瞄准第一个目标 A。

（2）设置 A 方向的水平度盘读数为 0° 00′ 00″。

（3）瞄准第二个目标 B，此时显示的水平度盘读数即为两方向间的水平夹角。

2. 距离（斜距、平距、高差）测量

（1）设置棱镜常数。测距前须将棱镜常数输入仪器中，仪器会自动对所测距离进行改正。

（2）设置大气改正值或气温、气压值。

（3）量仪器高、棱镜高并输入全站仪。

（4）距离测量。瞄准目标棱镜中心，按测距键，距离测量开始，测距完成时显示斜距、平距、高差。全站仪的测距模式有精测模式、跟踪模式、粗测模式三种。

3. 坐标测量

（1）设定测站点的三维坐标。

（2）设定后视点的坐标或设定后视方向的水平度盘读数为其方位角。

（3）设置棱镜常数。

（4）设置大气改正值或气温、气压值。

（5）量仪器高、棱镜高并输入全站仪。

（6）瞄准目标棱镜，按坐标测量键，全站仪开始测距并计算显示测点的三维坐标。

4. 水平距离测量

采用全站仪进行水平距离测量，主要应用于建筑工程平面控制网水平距离的测量及测设、安装控制网的测设、建安过程中水平距离的测量等。

（三）全自动全站仪（测量机器人）的应用

测量机器人是一种能代替人进行自动搜索、跟踪、辨识和精确照准目标并获取角度、距离、三维坐标以及影像等信息的智能型全自动电子全站仪。它是在全站仪基础上集成步进马达、CCD 影像传感器构成的视频成像系统，并配置智能化的控制及应用软件发展而形成的。

1. 海底管道水下机器人检测技术

海底管道是海上油气田开发生产系统的主要组成部分，水下检测至关重要。水下检测机器人具有作业深度深、范围大、作业时间长等优点。

2. BIM 放样机器人

适用于机电系统众多、管线错综复杂、空间结构繁复多变等环境下的施工测量。

3. 管道检测机器人

工业管道检测机器人广泛应用于供水管道、排水管道、工业管道、燃气管道和石油管道的施工监测、管网检查、新管验收、管道检修、养护检测、修复验收等，同时还拓展广

泛应用于矿井检测勘探、隧道验收、地震搜救、消防救援、灾害援助、电力巡查等。

四、其他测量仪器

（一）电磁波测距仪

1. 电磁波测距仪的分类

电磁波测距仪按其所采用的载波可分为：用微波段的无线电波作为载波的微波测距仪；用激光作为载波的激光测距仪；用红外光作为载波的红外测距仪。后两者又统称为光电测距仪。

2. 电磁波测距仪的应用

电磁波测距仪是电磁波运载测距信号测量两点间距离的仪器。测程在5～20km的称为中程测距仪，测程在5km之内的为短程测距仪。精度一般为5mm＋5ppm，具有小型、轻便、精度高等特点。电磁波测距仪已广泛用于控制、地形和施工放样等测量中，成倍地提高了工作效率和测量精度。

（二）激光测量仪器

激光测量仪器是指装有激光发射器的各种测量仪器。这类仪器较多，其共同点是将一个氦氖激光器与望远镜连接，把激光束导入望远镜筒，并使其与视准轴重合。利用激光束方向性好、发射角小、亮度高、红色可见等优点，形成一条鲜明的准直线，作为定向定位的依据。

1. 激光测量仪器分类

常见的激光测量仪器有：激光准直仪和激光指向仪、激光垂准仪、激光经纬仪、激光水准仪、激光平面仪。

（1）激光准直仪和激光指向仪

主要应用于大直径、长距离、回转型设备同心度的找正测量以及高塔体、高塔架安装过程中同心度的测量控制。如水泥回转窑同心度的找正测量。

（2）激光垂准仪

激光垂准仪又称激光铅垂仪、天顶仪，是一种专用的铅直定位仪器。激光垂准仪主要由发射、接收、附件三大部分组成，用于高层建筑、烟囱、电梯等施工过程中平面控制点的竖向引测和垂直度的测量。

（3）激光经纬仪

用于施工及设备安装中的定线、定位和测设已知角度。通常在200m内的偏差小于1cm。

（4）激光水准仪

除具有普通水准仪的功能外，尚可作准直导向之用。如在水准尺上装自动跟踪光电接收靶，即可进行激光水准测量。

（5）激光平面仪

激光平面仪是一种建筑施工用的多功能激光测量仪器，其铅直光束通过五棱镜转为水平光束；微电机带动五棱镜旋转，水平光束扫描，给出激光水平面，可达20°的精度。适用于提升施工的滑模平台、网形屋架的水平控制和大面积混凝土楼板支模、灌注及抄平工作。在机电工程中可用于大型储罐倒装法施工时罐体提升时的水平控制。

2. 激光测量仪器应用

在大型建筑施工，沟渠、隧道开挖，大型机器安装，以及变形观测等工程测量中应用甚广。用激光准直仪找正高层钢塔架采用的操作方法与光学经纬仪完全相同。

1H412020　起重技术

1H412021　起重机械分类与选用要求

一、起重机械的分类、适用范围及基本参数

（一）起重机械的分类

机电工程常用的起重机械可分为轻小型起重设备、起重机、工作平台、机械式停车设备。

1. 轻小型起重设备分类

（1）千斤顶：可分为机械千斤顶（包括螺旋千斤顶、齿条千斤顶）、油压千斤顶等。

（2）滑车（或称起重滑车、滑轮组）：可分为吊钩型滑车、链环型滑车、吊环型滑车。

（3）起重葫芦：可分为手拉葫芦、手扳葫芦、电动葫芦、气动葫芦、液动葫芦等。

（4）卷扬机：可分为卷绕式卷扬机（包括单卷筒、双卷筒、多卷筒卷扬机）、摩擦式卷扬机。

2. 起重机的分类

起重机可分为：桥架型起重机、臂架型起重机、缆索型起重机三大类。

（1）桥架型起重机类别主要有：梁式起重机、桥式起重机、门式起重机、半门式起重机等。

（2）臂架型起重机主要有：门座起重机和半门座起重机、塔式起重机、流动式起重机、铁路起重机、桅杆起重机、悬臂起重机等。

（3）缆索型起重机类别包括缆索起重机、门式缆索起重机。

（二）常用起重机的特点及适用范围

机电工程常用的起重机有流动式起重机、塔式起重机、桅杆起重机。它们的特点和适用范围各不相同。

1. 流动式起重机

流动式起重机有履带起重机、汽车起重机、轮胎起重机、全地面起重机和随车起重机。

（1）特点：适用范围广，机动性好，可以方便转移场地，但对场地要求较高，台班费较高。

（2）适用范围：适用于单件重量大的大、中型设备、构件的吊装，作业周期短。

2. 塔式起重机

（1）特点：吊装速度快，台班费低。但起重量一般不大，并需要安装和拆卸。

（2）适用范围：适用于在某一范围内数量多，而每一单件重量较小的设备、构件吊装，作业周期长。

3. 桅杆起重机

（1）特点：属于非标准起重机，其结构简单，起重量大，对场地要求不高，使用成本低，但效率不高。

（2）适用范围：主要适用于某些特重、特高和场地受到特殊限制的吊装作业。

（三）起重机选用的基本参数

主要有吊装载荷、计算载荷、额定起重量、最大幅度、最大起升高度等，这些参数是制定吊装技术方案的重要依据。

1. 吊装载荷

吊装载荷的组成：被吊物（设备或构件）在吊装状态下的重量和吊、索具重量（流动式起重机一般还应包括吊钩重量和从臂架头部垂下至吊钩的起升钢丝绳重量）。例如，履带起重机的吊装载荷为被吊设备（包括加固、吊耳等）和吊索（绳扣）重量、吊钩滑轮组重量和从臂架头部垂下的起升钢丝绳重量的总和。

2. 计算载荷

（1）动载荷系数

起重机在吊装重物的运动过程中所产生的对起吊机具负载的影响而计入的系数。在起重吊装工程计算中，以动载荷系数计入其影响。一般取动载荷系数 $k_1 = 1.1$。

（2）不均衡载荷系数

在两台及其以上（多台起重机、多套滑轮组等）共同抬吊一个重物时，由于起重机械之间的相互运动可能产生作用于起重机械、重物和吊索上的附加载荷，或者由于工作不同步，各分支往往不能完全按设定比例承担载荷，在起重工程中，以不均衡载荷系数计入其影响。一般取不均衡载荷系数 $k_2 = 1.1 \sim 1.25$。对于多台起重机共同抬吊设备，由于存在工作不同步而超载的现象，单纯考虑不均衡载荷系数 k_2 是不够的，还必须根据工艺过程进行具体分析，采取相应措施。

（3）吊装计算载荷

吊装计算载荷（简称计算载荷）：等于动载荷系数乘以吊装载荷。起重吊装工程中常以吊装计算载荷作为计算依据。

在起重工程的设计中，多台起重机联合起吊设备，其中一台起重机承担的计算载荷，再计入载荷运动和载荷不均衡的影响，计算载荷的一般公式为：

$$Q_j = k_1 \times k_2 \times Q \quad (1H412021\text{-}1)$$

式中 Q_j——计算载荷；

Q——分配到一台起重机的吊装载荷，包括设备及索吊具重量。

3. 额定起重量

（1）在确定回转半径和起升高度后，起重机能安全起吊的重量。额定起重量应大于计算载荷。

（2）采用多台起重机抬吊时，多台起重机抬吊所受合力不应超过各台起重机单独操作的额定载荷。

（3）采用双机抬吊时，宜选用同类型或性能相近的起重机，负载分配应合理，通常单机载荷不得超过额定起重量的 80%。

4. 最大幅度

最大幅度即起重机的最大吊装回转半径，即额定起重量条件下的吊装回转半径。

5. 最大起升高度

起重机最大起升高度如图 1H412021 所示。

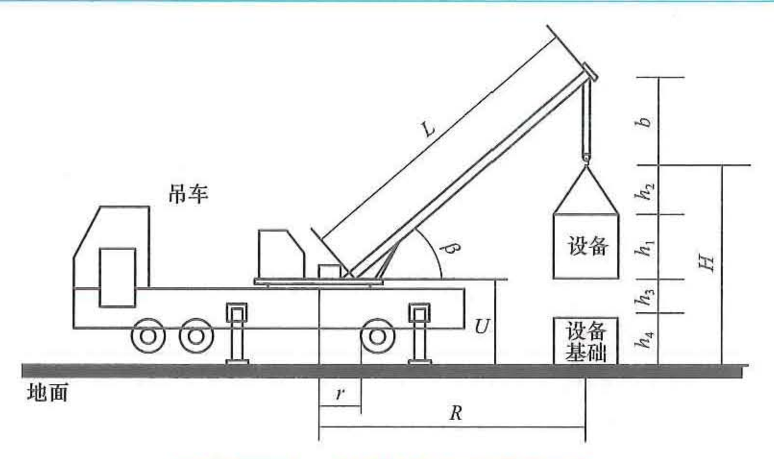


图 1H412021　起重机起吊高度计算简图

最大起升高度应满足下式要求：

$$H > h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \qquad (1H412021\text{-}2)$$

式中　H——起重机吊臂顶端滑轮的起升高度（m）；

h_1——设备高度（m）；

h_2——索具高度（包括钢丝绳、平衡梁、卸扣等的高度）（m）；

h_3——设备吊装到位后底部高出地脚螺栓高的高度（m）；

h_4——基础和地脚螺栓高度（m）。

二、流动式起重机的选用

流动式起重机是工程建设中最常用的起重机之一，掌握其特点、性能和要求，正确地使用和维护，对于安全地吊装具有重要意义。

（一）流动式起重机的使用特点

1. 汽车起重机

吊装时，靠支腿将起重机支撑在地面上。该起重机具有较大的机动性，其行走速度快，可达到 60km/h，不破坏公路路面。但不可在 360° 范围内进行吊装作业，其吊装区域受到限制，对基础要求也更高。

2. 履带起重机

一般大吨位起重机较多采用履带起重机，其对基础的要求也相对较低。并可在一定程度上带载行走，但其行走速度较慢，履带会破坏公路路面。转移场地需要用平板拖车运输。较大的履带起重机，转移场地时需拆卸、运输、组装。

3. 轮胎起重机

起重机装于专用底盘上，其行走机构为轮胎，吊装作业的支撑为支腿，其特点介于前二者之间，近年来已用得较少。

（二）流动式起重机的特性曲线

1. 反映流动式起重机的起重能力随臂长、幅度的变化而变化的规律和反映流动式起重机的最大起升高度随臂长、幅度的变化而变化的规律的曲线称为起重机的特性曲线。

2. 其特性曲线已被量化成表格形式，称为特性曲线表。起重机特性曲线表反映了起重机在各种工况下的作业范围（或起升高度-工作范围）图和载荷（起重能力）表等。它

是选用流动式起重机的依据。

3. 流动式起重机的特性曲线表随机附带。

（三）流动式起重机的选用步骤

流动式起重机的选用必须依照其特性曲线图、表进行，选择步骤如下：

1. 根据被吊装设备或构件的就位位置、现场具体情况等确定起重机的站车位置，站车位置一旦确定，其幅度也就确定了。

2. 根据被吊装设备或构件的就位高度、设备尺寸、吊索高度等和站车位置（幅度），由起重机的起重特性曲线，确定其臂长。

3. 根据上述已确定的幅度（回转半径）、臂长，由起重机的起重性能表或起重特性曲线，确定起重机的额定起重量。

4. 如果起重机的额定起重量大于计算载荷，则起重机选择合格，否则重新选择。

5. 计算吊臂与设备之间、吊钩与设备及吊臂之间的安全距离，若符合规范要求，则选择合格，否则重选。

（四）流动式起重机的基础处理

1. 流动式起重机必须在水平坚硬地面上进行吊装作业。吊车的工作位置（包括吊装站位置和行走路线）的地基应进行处理。

2. 根据其地质情况或以测定的地面耐压力为依据，采用合适的方法（一般施工场地的土质地面可采用开挖回填夯实的方法）进行处理。

3. 处理后的地面应做耐压力测试，地面耐压力应满足吊车对地基的要求，在复杂地基上吊装重型设备，应请专业人员对基础进行专门设计。

4. 吊装前必须进行基础验收，并做好记录。

1H412022　吊具种类与选用要求

一、钢丝绳

起重吊装作业常用钢丝绳为多个绳股围绕一根绳芯捻制而成的多股钢丝绳。大型吊装钢丝绳应符合《重要用途钢丝绳》GB/T 8918—2006的要求。钢丝绳的主要技术参数如下：

1. 钢丝绳钢丝的强度极限

钢丝绳钢丝的公称抗拉强度级别有1570MPa（相当于1570N/mm^2）、1670MPa、1770MPa、1870MPa、1960MPa。

2. 钢丝绳的规格

钢丝绳是由高碳钢丝制成。钢丝绳的规格较多，起重吊装常用6×19＋FC（IWR）、6×37＋FC（IWR）、6×61＋FC（IWR）三种规格的钢丝绳。其中6代表钢丝绳的股数，19（37、61）代表每股中的钢丝数，“＋”后面为绳股中间的绳芯，其中FC为纤维芯、IWR为钢芯。

3. 钢丝绳的直径

在同等直径下，6×19钢丝绳中的钢丝直径较大，强度较高，但柔性差，常用作缆风绳。6×61钢丝绳中的钢丝最细，柔性好，但强度较低，常用来做吊索。6×37钢丝绳的性能介于上述二者之间。后两种规格钢丝绳常用作穿过滑轮组牵引运行的跑绳和吊索。

4. 吊索（俗称千斤绳或绳扣）

（1）用于连接起重机吊钩和被吊装设备。

例如，《重要用途钢丝绳》GB/T 8918—2006 标准中 6×37S + FC（IWR）钢丝绳为点线接触型，绳股为 1 + 6 + 15 + 15 结构，直径范围为 20～60mm，性能较好，在大型吊装中使用最为普遍。

（2）若采用 2 个以上吊点起吊时，每点的吊索与水平线的夹角不宜小于 60°。

5. 安全系数

钢丝绳安全系数为标准规定的钢丝绳在使用中允许承受拉力的储备拉力，即钢丝绳在使用中破断的安全裕度。其取值应符合下列规定：

（1）作拖拉绳时，应大于或等于 3.5；

（2）作卷扬机走绳时，应大于或等于 5；

（3）作捆绑绳扣使用时，应大于或等于 6；

（4）作系挂绳扣时，应大于或等于 5；

（5）作载人吊篮时，应大于或等于 14。

二、滑轮组

1. 滑轮组的规格

滑轮组的规格较多，有 11 种直径、14 种额定载荷、17 种结构形式，共计 103 种规格。起重工程中常用的是 H 系列滑轮组。

2. 跑绳拉力的计算

滑轮组在工作时因摩擦和钢丝绳的刚性的原因，使每一分支跑绳的拉力不同，最小在固定端，最大在拉出端。跑绳拉力的计算，必须按拉力最大的拉出端按公式或查表进行。穿绕滑轮组时，必须考虑动、定滑轮承受跑绳拉力的均匀。

3. 滑轮组的穿绕方法

根据滑轮组的门数确定其穿绕方法，常用的穿绕方法有：顺穿、花穿和双跑头顺穿。一般 3 门及以下宜采用顺穿；4～6 门宜采用花穿；7 门以上，宜采用双跑头顺穿。穿绕方法不正确，会引起滑轮组倾斜而发生事故。

4. 滑轮组的选用步骤

（1）根据受力分析与计算确定的滑轮组载荷选择滑轮组的额定载荷和门数。

（2）计算滑轮组跑绳拉力并选择跑绳直径。

（3）注意所选跑绳直径必须与滑轮组相配。

（4）根据跑绳的最大拉力和导向角度计算导向轮的载荷并选择导向轮。

（5）滑轮组动、定（静）滑轮之间的最小距离不得小于 1.5m。跑绳进入滑轮的偏角不宜大于 5°。

三、卷扬机

1．卷扬机的分类

卷扬机在起重工程中应用较为广泛。卷扬机可按不同方式分类：

（1）按动力方式可分为：手动卷扬机、电动卷扬机和液压卷扬机。起重工程中常用电动卷扬机。

（2）按传动形式可分为：电动可逆式（闸瓦制动式）卷扬机和电动摩擦式（摩擦离合

器式）卷扬机。

（3）按卷筒个数可分为：单筒卷扬机和双筒卷扬机。起重工程中常用单筒卷扬机。

（4）按转动速度可分为：慢速卷扬机和快速卷扬机。起重工程中一般采用慢速卷扬机。

2．卷扬机的基本参数

（1）额定牵引拉力：额定拉力从 0.5t 到 50t（5～500kN）的慢速卷扬机（额定速度小于 20m/min）共有 20 种规格。

（2）工作速度：即卷筒卷入钢丝绳的速度。

（3）容绳量：即卷扬机的卷筒允许容纳的钢丝绳工作长度的最大值。

3. 卷扬机容绳量校核

每台卷扬机的铭牌上都标有对某种直径钢丝绳的容绳量，选择时必须注意，如果实际使用的钢丝绳的直径与铭牌上标明的直径不同，还必须进行容绳量校核。

四、平衡梁

平衡梁也称铁扁担，在吊装精密设备与构件时，或受到现场环境影响，或多机抬吊时，一般多采用平衡梁进行吊装。

1. 平衡梁的作用

（1）保持被吊设备的平衡，避免吊索损坏设备。

（2）缩短吊索的高度，减小动滑轮的起吊高度。

（3）减少设备起吊时所承受的水平压力，避免损坏设备。

（4）多机抬吊时，合理分配或平衡各吊点的荷载。

2. 平衡梁的形式

（1）管式平衡梁：由无缝钢管、吊耳、加强板等焊接而成，一般可用来吊装排管、钢结构构件及中、小型设备。

（2）钢板平衡梁：用钢板切割制成，钢板的厚度按设备重量确定。其制作简便，可在现场就地加工。

（3）槽钢型平衡梁：由槽钢、吊环板、吊耳、加强板、螺栓等组成。它的特点是分部板提吊点可以前后移动，根据设备重量、长度来选择吊点，使用方便、安全、可靠。

（4）桁架式平衡梁：由各种型钢、吊环板、吊耳、桁架转轴、横梁等焊接而成。当吊点伸开的距离较大时，一般采用桁架式平衡梁，以增加其刚度。

（5）其他平衡梁：如滑轮式平衡梁、支撑式平衡梁等。

3. 平衡梁的选用

起重作业中，一般都是根据设备的重量、规格尺寸、结构特点及现场环境要求等条件来选择平衡梁的形式，并经过设计计算来确定平衡梁的具体尺寸。

五、液压提升装置

在大型设备和结构的吊装作业中，常用的液压装置主要由液压泵站、穿心式液压提升器（液压千斤顶）、钢绞线和控制器组成。

1. 液压提升器的组成及选用

（1）液压提升器是液压提升装置的关键设备，提升器由上锚具、下锚具、地锚和主油缸四大部分组成。提升器具有自锁功能；单台提升器额定载荷为 490～4900kN，主油缸行程为 200～250mm。

（2）液压提升器的选用。根据提升设备的重量及现场、装备的实际需要来确定液压提升器的规格、数量和组合情况，多个液压千斤顶通过控制系统实现自动、同步提升。

2. 液压泵站的组成及选用

（1）液压泵站是液压提升系统的动力设备，是由油泵、油箱、控制阀、电机、仪表、提把等组成的微型液压系统，分单油路和双油路两种，调速方式有：一种是使用电液比例阀的液压系统，一种是采用变频器的变频调速液压系统。液压泵额定工作压力为20～60MPa，额定提升速度为6～10m/h。

（2）液压泵站的选用。液压泵站工作压力、流量应根据泵站配置提升油缸的数量、载荷和提升速度来确定；一般情况下，一台液压泵站可供4台左右小载荷提升油缸工作，供2台大载荷提升油缸工作。

1H412023 吊装方法与吊装方案

一、常用吊装方法

（一）常用吊装方法

常用吊装方法有：塔式起重机吊装、桥式起重机吊装、汽车起重机吊装、履带起重机吊装、直升机吊装、桅杆系统吊装、缆索系统吊装、液压提升、利用构筑物吊装、坡道法提升等。

1. 塔式起重机吊装：起重能力为3～100t，臂长在40～80m，常用在使用地点固定、使用周期较长的场合，较经济。一般为单机作业，也可双机抬吊。

2. 桥式起重机吊装：起重能力为3～1000t，跨度在3～150m，使用方便。多为厂房、车间内使用，一般为单机作业，也可双机抬吊。

3. 汽车起重机吊装：有液压伸缩臂，起重能力为8～1200t，臂长在27～120m；有钢管结构臂，起重能力为70～350t，臂长为27～145m。机动灵活，使用方便。可单机、双机吊装，也可多机吊装。

4. 履带起重机吊装：起重能力为30～4000t，臂长为39～190m。中、小重物可吊重行走，机动灵活，使用方便，使用周期长，较经济。可单机、双机吊装，也可多机吊装。

5. 直升机吊装：起重能力可达26t，用在其他吊装机械无法完成的地方，如山区、高空。

6. 桅杆系统吊装：通常由桅杆、缆风系统、提升系统、拖排滚杠系统、牵引溜尾系统等组成；桅杆有单桅杆、双桅杆、人字桅杆、门字桅杆、井字桅杆；提升系统有卷扬机滑轮系统、液压提升系统、液压顶升系统；有单桅杆和双桅杆滑移提升法、扳转（单转、双转）法、无锚点推举法等吊装工艺。

7. 缆索系统吊装：用在其他吊装方法不便或不经济的场合，重量不大，跨度、高度较大的场合。如桥梁建造、电视塔顶设备吊装。

8. 液压提升：目前多采用"钢绞线悬挂承重、液压提升千斤顶集群、智能化监视与控制"方法整体提升（滑移）大型设备与构件。

（1）上拔式（提升式）——将液压提升千斤顶设置在承重结构的永久柱上，悬挂钢绞线的上端与液压提升千斤顶穿心固定，下端与提升构件用锚具连固在一起，液压提升千斤顶夹着钢绞线往上提，从而将构件提升到安装高度。多适用于屋盖、网架、钢天桥（廊）等投影面积大、重量重，提升高度相对较低场合构件的整体提升。

（2）爬升式（爬杆式）——悬挂钢绞线的上端固定在永久性结构（基础或与永久物相联系的临时加固设施）上，将液压提升千斤顶设置在钢绞线下端（液压提升千斤顶通过锚具与提升构件连固），液压提升千斤顶夹着钢绞线往上爬，从而将构件提升到安装高度。多适用于如电视塔钢桅杆天线等提升高度高、投影面积一般、重量相对较轻场合的直立构件。

（3）集群液压千斤顶整体提升（滑移）大型设备与构件技术——借助机、电、液一体化工作原理，通过智能检测控制技术，使提升能力可按实际需要进行任意组合配置，解决了在常规状态下，采用桅杆起重机、移动式起重机所不能解决的大型构件整体提升的技术难题，已广泛应用于石油化工、冶炼、机械、电力工程、市政工程、建筑工程的相关领域以及设备安装领域。

9. 利用构筑物吊装：即利用建筑结构作为吊装点，通过卷扬机、滑轮组等吊具实现设备的提升或移动。利用构筑物吊装法要求：

（1）编制专门吊装方案，应对承载的结构在受力条件下的强度和稳定性进行校核。

（2）选择的受力点和方案应征得设计人员的同意。

（3）对于通过锚固点或直接捆绑的承载部位，还应对局部采取补强措施；如采用大块钢板、枕木等进行局部补强，采用角钢或木方对梁或柱角进行保护。

（4）施工时，应设专人对受力点的结构进行监视。

10. 坡道法提升：即通过搭设坡道，利用卷扬机、滑轮组等吊具将设备牵引并提升到基础上就位。

（二）结构件、设备和管件的吊装

1. 钢筋混凝土结构吊装

（1）当构件无设计吊钩（点）时，应通过计算确定绑扎点的位置，绑扎方法应考虑可靠和摘钩简便安全。

（2）装配式大板结构吊装宜从中间向两端进行，并应按先横墙后纵墙、先内墙后外墙、最后隔断墙逐间封闭的顺序。

2. 钢结构吊装

（1）一般钢结构吊装

单层钢结构厂房屋架吊装前，应根据绑扎点进行稳定性验算，必要时，应进行临时加固；多层钢结构柱吊装前，应在钢柱上将登高扶梯和操作挂篮或平台等临时固定好；框架钢梁吊装应安装好扶手杆和扶手安全绳。

（2）特种钢结构吊装

1）采用高空组装法吊装塔架时，其爬行桅杆必须经过设计确定。

2）大跨度屋盖整体提升前，应矫正所有吊索铅直线垂直度，进行载重调试，各吊点水平高差不超过 2mm，进行试提升。

3）网架采用提升或顶升时，验算载荷应包括吊装阶段结构自重和各种施工载荷，并乘以动力系数 1.1。如采用拔杆，动力系数取 1.2；采用履带起重机或汽车起重机，动力系数取 1.3。

3. 设备吊装

（1）建筑机电设备吊装

1）优先选用塔式起重机、流动式起重机进行吊装，吊装时，起重机的回转范围内禁止人员停留。

2）用滚杠装卸时，滚杠粗细应一致，滚道的搭设应平整、坚实、接头错开。

3）用拔杆吊装时，各吊点的受力应均匀。

（2）工业设备和管件吊装

1）卧式设备吊装时，吊点间距宜大于设备长度的1/3，宜使用吊梁吊装。

2）采用兜捆方式吊装时，应对索具与设备的边缘棱角接触部位进行保护，并对设备进行保护。

二、吊装方案选择的基本原则

1. 以吊装安全为前提

（1）保证设备吊装安全应为编制方案的前提，吊装的安全性应贯穿于方案的始终。

（2）诸多的环节和变化着的条件都可能转化为危及吊装安全的因素。

设备吊装，特别是工艺复杂的大型设备吊装，从起吊开始到安全就位，要经历数个吊装步骤，闯过道道技术难关。

（3）必须以科学的态度对待设备吊装方案的编制。

在吊装工艺方法选择、起重设备的选型和能力的核算、吊装安全技术措施采用等几个关键问题上，必须满足吊装工艺方法安全可靠，科学合理并有效使用。

2. 以技术可靠、工艺成熟为基础

（1）在编制吊装方案时，选择吊装工艺方法是个核心的技术问题，而吊装方法的技术可靠性和工艺的成熟程度又是首先应考虑的。

（2）一般的做法是：以设备的形状、尺寸、质量等参数为主要条件，结合吊装场地的作业环境和吊装机械的能力等初拟数种可采用的工艺方法，继而从多方面进行可行性比较，从中选优。

（3）选择时应以安全为前提，以技术可靠、工艺成熟为基础，再兼顾其他。

3. 以吊装效益为追求目标

（1）科学地组织施工，缩短工期。吊装的经济效益如何，是成果的综合反映，会受一些直接或间接因素的影响。

（2）采用先进的吊装工艺方法。使用大型高效的吊装机械设备，提高机械化程度；利用已有的各种有利条件，减少吊装机械的使用量等，都可提高吊装的经济效益。

（3）做技术经济比较。使用大型高效的吊装机械，必然会提高吊装效率而缩短工期，但要对可能缩短的工期和增加的机械使用费权衡对比。

三、吊装方案的主要内容

（一）编制说明及依据

1. 编制说明

2. 编制依据

（1）相关法律、法规、规范性文件、标准、规范。

例如：大型设备吊装方案编制依据可选的规范见表1H412023。

（2）设计文件。

（3）施工合同、施工组织设计。

设备吊装方案编制依据可选规范　　表 1H412023

序号	现行规范	吊装的设备状况
1	《石油化工大型设备吊装工程规范》GB 50798—2012	设备质量≥100t 或高度（长度）≥60m
2	《重型结构和设备整体提升技术规范》GB 51162—2016	吊载高：6000t/120m
3	《风力发电机组 吊装安全技术规程》GB/T 37898—2019	风电发电机组

（二）工程概况

1. 工程特点

2. 设备参数表

应包括：设备名称、数量、设备位号、主体材质等。

3. 施工平面布置

4. 吊装前状态

例如：到货时间、形式，设计单位、制造单位名称，设备基础及安装就位周边环境等。

（三）吊装工艺设计

1. 施工工艺

设备吊装工艺方法概述（如双桅杆滑移法、吊车滑移法）与吊装工艺要求。

2. 吊装参数表

主要包括设备规格尺寸、设备总重量、吊装总重量、重心标高、吊点方位及标高等。若采用分段吊装，应注明设备分段尺寸、分段重量。

3. 机具

起重吊装机具选用、机具安装拆除工艺要求；吊装机具、材料汇总表。

4. 吊点及加固

设备支、吊点位置及结构设计图，设备局部或整体加固图。

5. 工艺图

（1）吊装平、立面布置图。包括：设备运输路线及摆放位置；设备组装、吊装位置；吊装过程中吊装机械、设备、吊索、吊具及障碍物之间的相对距离；桅杆安装（竖立、拆除）位置及其拖拉绳、主后背绳、夺绳的平面分布；起重机械的组车、拆车、吊装站立位置及移动路线；滑移尾排及牵引和后溜滑车的设置位置；吊装工程所用的卷扬机摆放位置及主跑绳的走向；吊装工程所用的各个地锚位置或平面坐标；需要做特殊处理的吊装场地范围；吊装警戒区。

（2）地锚施工图。

（3）吊装作业区域地基处理措施。

1H412024　吊装稳定性要求

一、起重吊装作业稳定性的作用及内容

（一）起重吊装作业稳定性的作用

起重吊装作业在实现设备（或构件）垂直提升、下降和水平移位的功能的同时，其核心要求就是保证起重吊装作业的安全，即吊装安全是第一位的。起重吊装作业的稳定性是保证吊装安全的根本。

（二）起重吊装作业稳定性的主要内容

1. 起重机械的稳定性

（1）起重机在额定工作参数情况下的稳定或桅杆自身结构的稳定。

（2）起重机稳定性是起重机抗倾覆力矩的能力。

（3）起重机工作状态稳定性是起重机抵抗由起升载荷、风载荷及其他因素引起的抗倾覆力矩的能力。

2. 吊装系统的稳定性

（1）多机吊装的同步、协调；大型设备多吊点、多机种的吊装指挥及协调。

（2）桅杆吊装的稳定系统（缆风绳、地锚）。

3. 吊装设备或构件的稳定性

（1）整体稳定性（例如：细长塔类设备、薄壁设备、屋盖、网架）。

（2）吊装部件或单元的稳定性。

二、起重吊装作业失稳的原因及预防措施

（一）起重机械失稳

1. 主要原因

超载、支腿不稳定、机械故障、起重臂杆仰角超限等。

2. 预防措施

严禁超载；打好支腿并用道木和钢板垫实和加固，确保支腿稳定；严格机械检查；起重臂杆仰角最大不超过 78°，最小不低于 45°。

（二）吊装系统的失稳

1. 主要原因

多机吊装的不同步；不同起重能力的多机吊装荷载分配不均；多动作、多岗位指挥协调失误，桅杆系统缆风绳、地锚失稳。

2. 预防措施

多机吊装时尽量采用同机型、吊装能力相同或相近的吊车，并通过主副指挥来实现多机吊装的同步；集群千斤顶或卷扬机通过计算机控制来实现多吊点的同步；制定周密指挥和操作程序并进行演练，达到指挥协调一致；缆风绳和地锚严格按吊装方案和工艺计算设置，设置完成后进行检查并做好记录。

（三）吊装设备或构件的失稳

1. 主要原因

由于设计与吊装时受力不一致、设备或构件的刚度偏小。

2. 预防措施

对于细长、大面积设备或构件采用多吊点吊装；薄壁设备进行加固加强；对型钢结构、网架结构的薄弱部位或杆件进行加固或加大截面，提高刚度。

三、桅杆的稳定性

（一）缆风绳的设置要求

1. 直立单桅杆顶部缆风绳的设置宜为 6 根至 8 根，对倾斜吊装的桅杆应加设后背主缆风绳，后背主缆风绳的设置数量不应少于 2 根。

2. 缆风绳与地面的夹角宜为 30°，最大不得超过 45°。

3. 直立单桅杆各相邻缆风绳之间的水平夹角不得大于 60°。

4. 缆风绳应设置防止滑车受力后产生扭转的设施。

5. 需要移动的桅杆应设置备用缆风绳。

（二）地锚的种类及要求

1. 常用地锚的种类

地锚的作用是固定缆风绳，将缆风绳的拉力传递到大地。目前常用的地锚类型有：

（1）全埋式地锚。或称埋入式地锚，是将横梁横卧在按一定要求挖好的坑底，将钢丝绳拴接在横梁上，并从坑前端的槽中引出，埋好后回填土壤并夯实即成。全埋式地锚可以承受较大的拉力，适合于重型吊装。

（2）活动式地锚。是在一钢质托排上压放块状重物如钢锭、条石等组成，钢丝绳拴接于托排上。这种地锚一般承受的力不大，重复利用率高，适合于改、扩建工程。

（3）利用已有建筑物作为地锚。在利用已有建筑物前，必须获得建筑物设计单位的书面认可。使用时应对基础、柱子的棱角进行保护。

2. 地锚设置和使用要求

（1）地锚结构形式应根据受力条件和施工地区的地质条件设计和选用。地锚的制作和设置应按吊装专项施工方案的规定计算校核。

（2）埋入式地锚基坑的前方，缆风绳受力方向坑深 2.5 倍的范围内不应有地沟、线缆、地下管道等。

（3）埋入式地锚在回填时，应用净土分层夯实或压实，回填的高度应高于基坑周围地面 400mm 以上，且不得浸水。地锚设置完成后应做好隐蔽工程记录。

（4）埋入式地锚设置完成后，受力绳扣应进行预拉紧。

（三）桅杆使用的要求与稳定性校核

1. 桅杆使用的要求

（1）桅杆的使用应执行桅杆使用说明书的规定，不得超载使用。

（2）桅杆组装应执行使用说明书的规定，桅杆组装的直线度应小于其长度的 1/1000，且总偏差不应超过 20mm。

（3）桅杆基础应根据桅杆载荷及桅杆竖立位置的地质条件及周围地下情况设计。

（4）采用倾斜桅杆吊装设备时，其倾斜度不得超过 15°。

（5）当两套起吊索、吊具共同作用于一个吊点时，应加平衡装置并进行平衡监测。

（6）吊装过程中，应对桅杆结构的直线度进行监测。

2. 桅杆稳定性校核

（1）需进行桅杆稳定性校核的情况

大型设备吊装作业中，若桅杆不在桅杆使用说明书规定的性能参数范围内使用的特定情况下，需进行桅杆稳定性校核。例如，桅杆的接长高度超过桅杆使用说明书推荐工况的高度，或者主吊滑轮组的吊装张角（即主吊滑轮组与桅杆轴线之间的夹角）超过使用说明书性能参数规定的角度等。稳定性校核不合格的不能使用。

（2）稳定性校核的依据和方法

桅杆的稳定性校核应按照桅杆设计计算书采用的计算公式、参数和方法进行。在桅杆设计计算书难于查询时，应优先采用《起重机设计规范》GB/T 3811—2008 的规定，进行

稳定性核算。

（3）桅杆稳定性校核的基本步骤

1）受力分析与内力计算。

2）查算桅杆的截面特性数据。

3）计算桅杆长细比。

4）查得轴心受压稳定系数，进行稳定性计算。

1H412030 焊接技术

1H412031 焊接材料与焊接设备选用要求

一、焊接材料

（一）焊条分类及选用

1. 焊条分类

（1）按药皮成分分类：不定型、钛型、钛钙型、氧化铁型、低氢钾型、低氢钠型、纤维类型、石墨型、钛铁矿型、盐基型等。

（2）按用途分类：非合金及细晶粒钢焊条、热强钢焊条、高强钢焊条、不锈钢焊条、堆焊焊条、铸铁焊条、镍及镍合金焊条、铜及铜合金焊条、铝及铝合金焊条、特殊用途焊条等。

（3）按熔渣酸碱性分类：碱性焊条（又称作低氢型焊条）和酸性焊条。两者工艺性能有较明显差异，对比见表 1H412031。

（4）按特殊性能分类：超低氢焊条、低尘低毒焊条、立向下焊条、底层焊条、铁粉高效焊条、抗潮焊条、水下焊焊条、重力焊焊条、仰焊焊条等。

碱性焊条与酸性焊条工艺性能对比　　表 1H412031

序号	项目	碱性焊条	酸性焊条
1	药皮氧化还原性	还原性强	氧化性强
2	对水、锈产生气孔的敏感性	敏感	不敏感
3	电弧稳定性	应采用短弧操作	稳定、可长弧操作
4	电源极性	直流、反极性	交、直流两用
5	耐大电流	一般	好
6	焊缝成型	一般、熔深较深	好、熔深较浅
7	熔渣结构	呈结晶状	玻璃状
8	脱渣性	差	好
9	焊接烟尘	较多	少
10	扩散氢含量	低	高
11	全位置焊接操作性	一般	好

2. 焊条选用

设计有规定时，应按设计文件要求选用焊条。设计无规定时考虑以下因素：钢材化

学成分及力学性能，焊缝金属性能，钢结构特点（板厚、接头形式）和受力状态，工艺性，焊接位置和施焊条件（室内、野外、空间大小），焊接工作量（焊缝长度、焊缝当量）。

（1）非合金钢和低合金钢，均要求焊缝金属与母材等强度，应选用熔敷金属抗拉强度等于或稍高于母材的焊条；对于合金钢，要求焊缝金属合金成分与母材相同或接近；在焊接结构刚性大、接头应力高、焊缝易产生裂纹的不利情况下，应考虑选用比母材强度低的焊条；当母材中碳、硫、磷等元素的含量偏高时，焊缝中易产生裂纹，应选用抗裂性能好的低氢型焊条。

例如，钢结构工程选择焊接材料时，应根据设计要求，除保证焊接接头强度、塑性不低于母材标准规定的下限值以外，还应保证焊接接头的冲击韧性不低于母材标准规定的冲击韧性下限值。

（2）对承受动载荷和冲击载荷的焊件，除满足强度要求外，主要应保证焊缝金属具有较高的塑性和韧性，可选用塑、韧性指标较高的低氢型焊条。接触腐蚀介质的焊件，应根据介质的性质及腐蚀特征选用不锈钢类焊条或其他耐腐蚀焊条。在高温、低温、耐磨或其他特殊条件下工作的焊件，应选用相应的耐热钢、低温钢、堆焊或其他特殊用途焊条。

（3）对结构形状复杂、刚性大的厚大焊件，在焊接过程中，冷却速度快，收缩应力大，易产生裂纹，应选用抗裂性好、韧性好、塑性高、氢致裂纹倾向低的焊条。例如，低氢型焊条、超低氢型焊条和高韧性焊条等。

（4）当焊件的焊接部位不能翻转时，应选用适用于全位置焊接的焊条。对受力不大、焊接部位难以清理的焊件，应选用对铁锈、氧化皮、油污不敏感的酸性焊条。没有直流焊机时，必须选用可交、直流两用的焊条。在狭小或通风条件差的场合，在满足使用性能要求的条件下，应选用酸性焊条或低尘焊条。

（5）在酸性焊条和碱性焊条都可满足要求时，应尽量选用酸性焊条。对焊接工作量大的结构，有条件时应尽量选用高效率焊条。例如，铁粉焊条、重力焊条、底层焊条、立向下焊条和高效不锈钢焊条等。这不仅有利于生产率的提高，而且也有利于焊接质量的稳定和提高。

（二）焊丝分类及选用

1. 焊丝分类

（1）按截面结构形式分类：可分为实心焊丝和药芯焊丝两类。

（2）按焊接方法分类：可分为埋弧焊焊丝、CO_2焊焊丝、钨极氩弧焊焊丝、熔化极氩弧焊焊丝、自保护焊丝和电渣焊焊丝等。

（3）按材料分类：可分为碳钢焊丝、低合金结构钢焊丝、合金结构钢焊丝、不锈钢焊丝和有色金属焊丝等。

2. 焊丝选用

（1）按焊接方法和被焊母材选择相应的焊丝。

（2）实心焊丝主要用于钨极气体保护焊和熔化极气体保护焊；选择实心焊丝的成分主要考虑焊缝金属应与母材的力学性能或物理性能良好匹配，如耐磨性、耐蚀性，焊缝应是致密的和无缺陷的。

（3）药芯焊丝用于采用 CO_2 和 Ar + CO_2 为保护气体的熔化极气体保护焊，前者用于普通结构，后者用于重要结构。

（4）自保护药芯焊丝与焊条相似，不用另加气体保护，抗风能力优于气体保护焊，通常可在四级风力下施焊，适用于野外或高空作业，国外建筑行业已广泛使用，我国在长输油气管道焊接中得到应用。

（三）焊接用气体分类及选用

1. 焊接用气体分类

（1）保护气体：二氧化碳（CO_2）、氩气（Ar）、氦气（He）、氮气（N_2）、氧气（O_2）和氢气（H_2）。

（2）切割用气体（包括助燃气体）：氧气；可燃气体：乙炔、丙烷、液化石油气、天然气等。

2. 焊接用气体选用

（1）焊接用气体的选择，主要取决于焊接、切割方法。除此之外，还与被焊金属的性质、焊接接头质量要求、焊件厚度和焊接位置及工艺方法等因素有关。

（2）气体保护焊时，用氮气作为保护气体，可焊接铜和不锈钢。氮气也常用于等离子弧切割，作为外层保护气体。

（3）氢气（H_2）作为还原性气体，焊接时与氧气（O_2）混合燃烧，作为气焊的热源。

（4）混合气体一般也是根据焊接方法、被焊材料以及混合比对焊接工艺的影响等进行选用。例如，焊接低合金高强钢时，从减少氧化物夹杂和焊缝含氧量出发，希望采用纯 Ar 作保护气体；从稳定电弧和焊缝成型出发，希望向 Ar 中加入氧化性气体。

（四）焊剂分类及使用要求

1. 焊剂的分类

（1）根据生产工艺分类：可分为熔炼焊剂、粘结焊剂和烧结焊剂。

（2）按照焊剂中添加脱氧剂、合金剂分类：可分为中性焊剂、活性焊剂和合金焊剂。

2. 焊剂使用要求

焊剂是一种重要的焊接材料，它的焊接工艺性能、化学冶金性能是决定焊缝金属的主要因素。

（1）焊剂应存放在干燥的库房内，防止受潮影响焊接质量。

（2）使用前，焊剂应按说明书所规定的参数进行烘焙。

（3）使用回收的焊剂，应清除里面的渣壳及其他杂物，与新焊剂按设定比例混合后可使用。

（五）焊接材料复验

1. 钢结构的焊接材料复验

下列钢结构所用焊接材料应按到货批次进行复验，合格后方可使用：

（1）建筑结构安全等级为一级的一、二级焊缝。

（2）建筑结构安全等级为二级的一级焊缝。

（3）大跨度的一级焊缝。

（4）重级工作制吊车梁结构中的一级焊缝。

2. 特种设备的焊接材料复验

（1）球罐用的焊条和药芯焊丝应按批号进行扩散氢复验。

（2）工业管道用的焊条、焊丝、焊剂库存超过期限，应经复验合格后方可使用。

二、焊接设备

（一）焊接设备分类

1. 焊条电弧焊设备

焊条电弧焊设备主要包括焊机、焊接电源、焊钳、焊接电缆和地线夹钳等。

2. 钨极惰性气体保护焊设备

（1）按焊接操作过程的自动化程度分为：手工和自动两大类。

（2）按所使用的焊接电流种类分为：直流、交流和脉冲电流 GTAW 设备。

（3）按焊接工艺方法分为：通用和专用两大类。

（4）手工 GTAW 设备主要由焊接电源焊枪、供气系统、水冷系统、焊接电缆线和遥控器等组成。

3. CO_2 气体保护焊设备

主要由焊接电源、焊枪、送丝机构、气路系统和控制系统五部分组成。

4. 埋弧焊设备

（1）埋弧焊设备按焊接过程的自动化程度可分为机械化、自动和全自动三大类。

（2）一台完整的埋弧焊机，由以下几部分组成：焊接小车和机头移动机构、送丝机、焊丝矫正压紧机构、焊接电源、控制系统等。

5. 电渣焊设备

（1）电渣焊设备主要由电源、机头和滑块或挡板组成。

（2）焊接方法可分为：熔嘴电渣焊、丝极电渣焊、板极电渣焊。

6. 螺柱焊设备

（1）螺柱焊设备按其电源种类和焊接方式分：电弧螺柱焊和电容储能放电螺柱焊。

（2）电弧螺柱焊机由焊接电源、控制器、焊枪、地线钳、焊接电缆等部分组成。

7. 气电立焊设备

（1）气电立焊设备主要由焊接电源、焊枪、摆动机构、水冷滑块、送丝系统和送气装置组成。

（2）焊接方法可分为：单丝气电立焊和多丝气电立焊。

（二）常用焊接设备应用范围

1. 焊条电弧焊机

目前，在各类焊接结构制造业得到较广泛应用。如建筑钢结构制造安装、船舶制造、海洋工程结构制造、输油气管线安装施工、大型液化气储罐建造、特种设备及化工装备制造等方面仍占有重要的地位。

2. 钨极惰性气体保护焊机

是一种优质的弧焊焊接设备，在各类焊接结构生产中得到了广泛的应用。

（1）应用于金属材料种类多

除了低熔点、易挥发的金属材料（如铅、锌等）以外，均可以采用钨极惰性气体保护焊机进行焊接。

（2）适用一定的接头厚度范围

单层焊接厚度范围为0.5～4.0mm。

（3）适用的焊接位置

钨极惰性气体保护焊适用于各种焊接位置，包括平焊、平角焊、横焊、立焊和仰焊，以及水平固定的管件对接接头的全位置焊。由于空气对流、过堂风、微风都可能破坏气体对焊接区的保护，野外施工时应配置附属防风设施。

（4）可用于焊接自动化

钨极惰性气体保护焊设备在采用手工自熔和手工填丝的作业方式基础上，可配备各种机械化和自动化焊接设备进行机械化、自动化和全自动化焊接，也可以与焊接机器人系统集成，实现焊接自动化。

1H412032 焊接方法与焊接工艺评定

一、常用焊接方法及特点

（一）焊条电弧焊

1. 机动性和灵活性好

（1）所需要的焊接设备相对简单，只要配备适用的焊接电源、焊钳和足够长的焊接电缆即可进行焊接作业。

（2）焊接场地不受限制，用于结构复杂、空间狭小的位置时，比其他焊接方法更合适。

（3）可适用全位置焊接，可使用焊条直径$\phi1.6$～$\phi8$，因此，可以焊接从薄板到厚板的各种焊接接头。

2. 焊缝金属性能良好

（1）因焊接热输入较低，焊缝金属结晶较致密，其力学性能比其他熔焊高，特别是缺口冲击韧性高得多。

（2）通过焊条药皮配方的调整，容易控制焊缝金属的性能，满足各种不同焊接工程提出的严格技术要求。

3. 工艺适应性强

焊条电弧焊工艺适应性较强，可以焊接除活性金属以外的大多数金属结构材料。

（二）钨极惰性气体保护焊

1. 具有焊条电弧焊的特点。

2. 自身特点：

（1）电弧热量集中，可精确控制焊接热输入，焊接热影响区窄。

（2）焊接过程不产生熔渣、无飞溅，焊缝表面光洁。

（3）焊接过程无烟尘，熔池容易控制，焊缝质量高。

（4）焊接工艺适用性强，几乎可以焊接所有的金属材料。

（5）焊接参数可精确控制，易于实现焊接过程全自动化。

3. 典型焊接产品

（1）非合金钢、耐热钢和不锈钢管道封底焊缝应采用钨极氩弧焊。

（2）铝、镁及其合金管道封底焊缝应采用钨极氩弧焊或熔化极氩弧焊，不得采用气焊或焊条电弧焊焊接。

二、焊接工艺评定

（一）焊接工艺评定及作用

1. 焊接工艺评定

焊接工艺评定是为验证所拟定的焊接工艺正确性而进行的试验过程及结果评价。对拟定的焊接工艺进行评价的报告称为焊接工艺评定报告。

2. 焊接工艺评定作用

（1）验证施焊单位拟定焊接工艺的正确性，并评定施焊单位在限制条件下，焊接成合格接头的能力。

（2）依据焊接工艺评定报告编制焊接作业指导书，用于指导焊工施焊和焊后热处理工作。一个焊接工艺评定报告可用于编制多个焊接作业指导书；一个焊接作业指导书可以依据一个或多个焊接工艺评定报告编制。

（二）焊接工艺评定要求

1. 施工单位自行组织完成焊接工艺评定工作，任何施焊单位不允许将焊接工艺评定的关键工作委托另一个单位来完成。试件和试样的加工、无损检测和理化性能试验等可委托分包。

2. 焊评试件应由本单位技能熟练的焊工，使用本单位的焊接设备施焊，所用设备、仪表应处于正常工作状态，金属材料、焊接材料应符合相应标准，既可证明施焊单位的焊接技术能力和工装水平，又能排除焊工技能因素的影响。

3. 焊评试件检验项目至少应包括：外观检查、无损检测、力学性能试验和弯曲试验。

4. 焊接工艺评定过程中应做好记录，焊评完成后应提出焊接工艺评定报告，并经企业焊接技术负责人审核批准。

三、焊接作业指导书

（一）编制要求

1. 焊接作业指导书必须由企业自行编制，不得沿用其他企业的焊接作业指导书，也不得委托其他单位编制用以指导本单位焊接施工。

2. 编制焊接作业指导书应以焊接工艺评定报告为依据，还要综合考虑设计文件和相关标准要求、产品使用和施工条件等情况。

3. 当某个焊接工艺评定因素的变化超出标准规定的评定范围时，需要重新编制焊接作业指导书，并应有相对应的焊接工艺评定报告作为支撑性文件。

（二）焊前技术交底

焊接作业前，应由焊接技术人员向焊工发放相应的焊接作业指导书并进行技术交底。

四、焊接工艺技术

（一）焊接作业人员要求

1. 焊工应在焊工资质证件有效期内从事合格项目覆盖范围内的焊接作业。

2. 从事钢结构焊接的焊工，应按所从事钢结构的钢材种类、焊接节点形式、焊接方法、焊接位置等要求进行技术培训。

（二）焊接场所要求

1. 自然环境

焊接场所的风速；焊接电弧 1m 范围的相对湿度；雨、雪天气等自然因素超过焊接工

作的环境要求，不符合现行国家有关标准且无有效安全可靠的防护措施时，禁止焊接。

2. 作业场地

不锈钢、有色金属焊接应设置专用场地，并保持清洁、干燥、无污染，不得与黑色金属等其他产品混杂；配置专用组焊工装。

（三）特殊材料焊接工艺措施

1. 有延迟裂纹倾向的材料

（1）产生延迟裂纹的原因

焊接接头的扩散氢含量、钢的淬硬倾向和接头承受的拘束应力是产生焊接延迟裂纹的原因，主要发生在低合金高强钢的焊接。

（2）防止产生延迟裂纹的措施

1）采取焊条烘干，正确选择焊接工艺参数；采取焊前预热、焊后热处理措施，减少应力、改善接头组织性能；尽量严格执行焊后后热（消氢处理）的工艺，必要时打磨焊缝余高，减少应力集中。

2）对容易产生焊接延迟裂纹的钢材，焊后应及时进行焊后热处理。当不能及时进行焊后热处理时，应在焊后立即进行后热工艺，将焊接接头均匀加热至200～350℃，并保温缓冷。

2. 有再热裂纹倾向的材料

（1）产生再热裂纹与钢中所含碳化物形成元素（Cr、Mo、Ti、B等）有关，主要包括：Mn-Mo-Nb、Mn-Mo等系列合金钢。

（2）防止产生再热裂纹的方法：

1）预热：预热温度为200～450℃。若焊后能及时后热，可适当降低预热温度。例如，18MnMoNb钢焊后，立即进行180℃、2h的后热，预热温度可降低至180℃。

2）应用低强度焊缝，使焊缝强度低于母材以增高其塑性变形能力。

3）减少焊接应力，合理地安排焊接顺序，减少余高，避免咬边及根部未焊透等缺陷以减少焊接应力。

1H412033 焊接应力与焊接变形

一、降低焊接应力的措施

（一）设计措施

1. 减少焊接量

减少焊缝的数量和尺寸，可减小变形量，同时降低焊接应力。

2. 改变焊缝分布

避免焊缝过于集中，从而避免焊接应力峰值叠加。

3. 优化接头形式

优化设计结构，如将容器的接管口设计成翻边式，少用承插式。

（二）工艺措施

1. 采用较小的焊接线能量

较小的焊接线能量的输入能有效地减小焊缝热塑变的范围和温度梯度的幅度，从而降低焊接应力。

2. 合理安排装配焊接顺序

合理的焊接顺序，使焊缝有自由收缩的余地，降低焊接中的残余应力。例如，在大型储罐底板的焊接中，先进行短焊缝的焊接，所有短焊缝焊接完后再焊接长焊缝。焊接过程中不要加外力约束，使其能够自由收缩，可以有效地降低短焊缝中的残余应力。

3. 层间进行锤击

焊后用小锤轻敲焊缝及其邻近区域，使金属晶粒间的应力得以释放，能有效地减少焊接残余应力从而降低焊接应力。例如，在进行铸铁部件的焊接时，不及时进行敲击以释放应力，焊缝周边的母材会出现明显的裂纹。

4. 预热拉伸补偿焊缝收缩（机械拉伸或加热拉伸）

对于那些阻碍焊接区自由伸缩的部位，采用预热或机械方式，使之与焊接区同时拉伸（膨胀）和同时压缩（收缩），就能减小焊接应力，这种方法称为预热拉伸补偿法。

5. 焊接高强钢时，选用塑性较好的焊条

选用塑性较好的焊条施焊，由于焊缝的金属填充物具有良好的塑性，通过塑性变形，可有效地减小内应力。

6. 预热

构件本体上温差越大，焊接残余应力也越大。焊前对构件进行预热，可减小温差和减慢冷却速度，两者均能减小焊接残余应力。

7. 消氢处理

采用低氢焊条以降低焊缝中的含氢量，焊后及时进行消氢处理，都能有效降低焊缝中的氢含量，预防氢致集中应力。

消氢处理的温度一般为300～350℃，保温2～6h后冷却。消氢处理的主要目的是使焊缝金属中的扩散氢逸出，降低焊缝及热影响区的含氢量，防止氢致冷裂纹的产生。

8. 焊后热处理

（1）消除残余应力的最通用的方法是高温回火，即将焊件放在热处理炉内加热到一定温度（Ac1以下）和保温一定时间，利用材料在高温下屈服极限的降低，使内应力高的地方产生塑性流动，弹性变形逐渐减少，塑性变形逐渐增加而使应力降低。

（2）焊后热处理对金属抗拉强度、蠕变极限的影响与热处理的温度和保温时间有关。

（3）焊后热处理对焊缝金属冲击韧性的影响随钢种不同而变化。

9. 利用振动法来消除焊接残余应力

构件承受变载荷应力达到一定数值，经过多次振动后，结构中的残余应力逐渐降低。

二、焊接变形的危害性及预防焊接变形的措施

（一）焊接变形的分类

焊接变形可分为在焊接热过程中发生的瞬态热变形和室温条件下的残余变形。残余变形可分为焊件的面内变形和面外变形。

1. 面内变形：可分为焊缝纵向收缩变形、横向收缩变形和焊缝回转变形。

2. 面外变形：可分为角变形、弯曲变形、扭曲变形、失稳波浪变形。

（二）焊接变形的危害

焊接变形的危害主要表现在：降低装配质量、影响外观质量、降低承载力、增加矫正工序、提高制造成本五个方面。

（三）预防焊接变形的措施

1. 进行合理的焊接结构设计

（1）合理安排焊缝位置

焊缝尽量与构件截面的中性轴对称；焊缝不宜过于集中。

（2）合理选择焊缝数量和长度

在保证结构有足够承载力的前提下，应尽量选择较小的焊缝数量、长度和截面尺寸。

（3）合理选择坡口形式

尽可能减少焊缝截面尺寸，例如，选用对称的坡口、U 形坡口等。

2. 采取合理的装配工艺措施

（1）预留收缩余量法

为了防止构件焊接以后发生尺寸缩短，可将预计发生缩短的尺寸在焊前预留出来。例如，储罐底板排版直径，宜按设计直径放大 0.1%～0.15%。

（2）反变形法

为了抵消焊接变形，在焊前装配时，先将构件向焊接加热产生变形的相反方向，进行人为的预设变形，这种方法称为反变形法。

（3）刚性固定法

刚性固定法广泛用于工程焊接较小的构件，对防止角变形和波浪变形有显著的效果。为了防止薄板焊接时的变形，常在焊缝两侧采用型钢、压铁或楔子压紧固定。例如，在大型储罐底板焊接时采用较多；现场组焊塔器、球罐时，往往采用弧形加强板、日字形夹具进行刚性固定。

（4）合理选择装配程序

对于大型焊接结构，适当地分成几个部件进行装配焊接，然后再组焊成整体。这样，小部件可以自由地收缩，而不至于引起整体结构的变形。例如，压力容器分节制造等。

3. 采取合理的焊接工艺措施

（1）合理的焊接方法

尽量用气体保护焊等热源集中的焊接方法。不宜用焊条电弧焊，特别不宜选用气焊。

（2）合理的焊接线能量

尽量减少焊接线能量的输入能有效地减小变形。

（3）合理的焊接顺序和方向

例如，储罐底板焊接顺序采用先焊中幅板、边缘板对接焊缝外 300mm 长；待焊接完壁板和边缘板角焊缝后，再焊接边缘板剩余对接焊缝；最后焊接中幅板和边缘板的环焊缝。

1H412034 焊接质量检验方法

一、焊接检验方法分类

（一）破坏性检验

常用的破坏性检验包括：力学性能试验（拉伸试验、冲击试验、硬度试验、断裂性试验、疲劳试验）、弯曲试验、化学分析试验（化学成分分析、不锈钢晶间腐蚀试验、焊条扩散氢含量测试）、金相试验（宏观组织、微观组织）、焊接性试验、焊缝电镜。

（二）非破坏性检验

常用的非破坏性检验包括：外观检验、无损检测（渗透检测、磁粉检测、超声检测、射线检测）、耐压试验和泄漏试验。

二、焊接过程质量检验

（一）焊接前检验

1. 母材和焊材

对所有工程使用的母材和焊接材料在使用前都应进行检查验收，主要是防止不合格产品用到工程上影响施工质量。

2. 零部件主要结构尺寸

焊件组对前应检查各零部件的主要结构尺寸，包括主要结构尺寸的校核性检查，以保证零部件组焊成构件的几何尺寸。

3. 组对质量

组对后应检查组对构件焊缝的形状及位置、对接接头错边量、角变形、组对间隙、搭接接头的搭接量及贴合质量、带垫板对接接头的贴合质量。

4. 坡口清理检查

由于组装过程或组装、清理后待焊过程，坡口表面仍可能氧化和被污染，所以在施焊开始前应对坡口及坡口两侧再次进行清理检查。

5. 焊接前的确认

通常把“组对后、焊接前检查”确定为质量控制点。在全部焊前准备工作经检查符合规定要求时方可开始焊接工作；由焊工和焊接检查人员确认焊接准备工作的质量，对于不符合规定的接头有权拒绝施焊。

（二）施焊过程检验

1. 定位焊缝

定位焊缝存在缺陷可能性较大，常常不能全部熔化而滞留在新的焊道中形成根部缺陷。因此，应清除定位焊缝渣皮后进行定位焊缝表面质量检查。

2. 焊接线能量

对有冲击韧性要求的焊缝，施焊时应测量焊接线能量并记录。与焊接线能量有直接关系的因素包括：焊接电流、电弧电压和焊接速度。

3. 多层（道）焊

每层（道）焊完后，应立即对层（道）间进行清理，并进行外观检查，检查合格后方可进行下一层（道）的焊接。对多层（道）间温度有要求时，应测量多层（道）间的焊前温度，并形成记录。

4. 后热

对规定进行后热的焊缝，应检查加热范围、后热温度和后热时间，并形成记录。

（三）焊缝检验

1. 外观检验

（1）焊缝表面

1）焊缝表面的形状尺寸及外观质量应符合设计要求，设计无要求时应符合现行国家有关标准。

2）焊缝表面不允许存在的缺陷包括：裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、外露夹渣、未焊满。允许存在的其他缺陷情况应符合现行国家相关标准，例如，咬边、角焊缝厚度不足、角焊缝焊脚不对称等。

（2）几何尺寸

容器焊接后应检查几何尺寸，包括：同一端面最大内直径与最小内直径之差、椭圆度、矩形容器截面上最大边长与最小边长之差、焊接接头棱角度（环向和轴向）等。

2. 无损检测

（1）焊接工程常用无损检测方法及代号：

射线检测（RT），常用检测设备和器材：可以使用两种射线源，为 X 射线和 γ 射线。

超声检测（UT），常用 A 型脉冲反射式超声波检测仪和衍射时差法超声波检测仪（称 TOFD）。

磁粉检测（MT），常用检测设备和器材：磁粉探伤机。

渗透检测（PT），常用渗透检测剂。

目视检测，常用照明光源、反光镜和低倍放大镜等。

（2）常用无损检测方法及适用范围见表 1H412034。

常用焊接接头无损检测方法及适用范围　　表 1H412034

序号	检测方法代号	适用范围		
		材料	焊接接头形式	检测厚度（mm）
1	RT	金属材料	对接接头、角接接头、管板角焊缝等	钢：＜38
2	UT	金属材料	对接接头、T 形焊接接头、角接接头和堆焊层等	容器：6～500；管道：6～150
3	MT	铁磁性材料	对接接头、T 形焊接接头和角接接头等	—
4	PT	非多孔性金属材料	不限制	—

（3）无损检测新技术应用

1）X 射线数字成像检测：近年来随着计算机数字图像处理技术及数字平板射线探测技术的发展，X 射线数字成像检测正逐渐运用于容器制造和管道建设工程中。数字图像便于储存，检索、统计快速方便，易于实现远程图像传输、专家评审，结合 GPS 系统可对每道焊口进行精确定位，便于工程质量监督。

2）衍射时差法超声检测（TOFD）：压力容器的对接接头应当采用射线检测或者超声波检测。超声波检测包括衍射时差法超声检测（TOFD）、可记录的脉冲反射超声波检测和不可记录的脉冲反射法超声波检测；当采用不可记录的脉冲反射法超声波检测时，应当采用射线或者 TOFD 作为附加局部检测。

（4）焊缝表面无损检测

1）设计文件无规定时，焊缝表面无损检测可选用 MT 或 PT 方法。

2）除设计文件另有规定外，现场焊接的管道和管道组成件的承插焊焊缝、支管连接焊缝（对接式支管连接焊缝除外）和补强圈焊缝、密封焊缝、支吊架与管道直接焊接的焊缝，以及管道上的其他角焊缝，其表面应进行 MT 或 PT。

3）PT 前，焊缝表面不得有铁锈、焊渣、焊接飞溅及各种防护层等。

4）MT 前，焊缝表面及其两侧 25mm 范围内，不得有油脂、污垢、焊渣、焊接飞溅或其他粘附磁粉的物质等。

（5）焊缝内部无损检测

1）立式圆筒形钢制焊接储罐壁钢板最低标准屈服强度大于 390MPa 时，焊接完毕后至少经过 24h 后再进行无损检测。

2）对有延迟裂纹倾向的材料，应当至少在焊接完成 24h 后进行无损检测，但是，该材料制造的球罐，应当在焊接结束至少 36h 后进行无损检测。

3）对有再热裂纹倾向的材料，应在热处理后增加一次无损检测。

3. 其他检验

（1）硬度检验

工业管道的焊接接头，热处理后应测量硬度值，焊接接头硬度测量区域应包括焊缝和热影响区。

（2）腐蚀试验

要求做耐腐蚀性能检验的容器或者受压元件，应按设计文件制备耐腐蚀试验试件并进行检验与评定。

（3）金相试验

奥氏体－铁素体型双相不锈钢焊缝铁素体含量应与母材一致，母材奥氏体含量均为40%～60%。

1H413000　工业机电工程安装技术



1H413000
扫一扫
看本章精讲课
配套章节自测

1H413010　机械设备安装技术

1H413011　设备基础种类及验收要求

一、工业安装工程中的土建工程

1. 按《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252—2018 规定，工业安装工程的项目为：土建工程、钢结构工程、设备工程、管道工程、电气工程、自动化仪表工程、防腐蚀工程、绝热工程、炉窑砌筑工程九项。

2. 土建工程主要指设备基础、工业装置中的建、构筑物。

3. 工业安装工程中设备基础可根据施工质量控制和专业验收需要，按设备基础、楼层、施工段或变形缝进行划分。

二、设备基础的种类及应用

1. 材料组成不同的设备基础种类及应用

（1）素混凝土基础

砂、石、水泥等材料组成的基础，适用于承受荷载较小、变形不大的设备基础。

（2）钢筋混凝土基础

由砂、石、水泥、钢筋等材料组成的基础，适用于承受荷载较大、变形较大的设备基础。

（3）垫层基础

在基底上直接填砂，并在砂基础外围设钢筋混凝土圈梁挡护填砂，适用于使用后允许产生沉降的结构，如大型储罐。

2. 埋置深度不同的设备基础种类及应用

（1）浅基础

浅基础主要有：扩展基础、联合基础、独立基础。

1）扩展基础。将上部荷载进行扩散并传递到地基上的基础形式。

2）联合基础。由组合的混凝土结构组成，适用于底面积受到限制、地基承载力较低、对允许振动线位移控制较严格的大型动力设备基础，如轧机、铸造生产线、玻璃生产线。

3）独立基础。配置于上部设备之下的无筋或有筋的整体基础形式。

（2）深基础

深基础主要有：桩基础、沉井基础。

1）桩基础。由承台、桩组成的基础形式，可分为预制桩和灌注桩两大类，适用于需要减少基础振幅、减弱基础振动或控制基础沉降和沉降速率的精密、大型设备的基础。如透平压缩机、汽轮发电机组、锻压设备。

2）沉井基础。用混凝土或钢筋混凝土制成的井筒式基础。如冶炼、石油化工工程的烟囱和火炬，发电厂的洗涤塔。

3. 结构形式不同的基础种类及应用

（1）大块式基础

以钢筋混凝土为主要材料、刚度很大的块体基础，广泛应用于设备基础。

（2）箱式基础

由底板、顶板和承重的纵向、横向墙体组成的基础。

（3）框架式基础

由顶层梁板、立柱和底层梁板结构组成的基础，适用于电机、压缩机等设备的基础。

4. 使用功能不同的基础分类及应用

（1）减振基础

可以消减振动能量的基础。

（2）绝热层基础

在基础底部设置隔热、保温层的基础，适用于有特殊保温要求的设备基础。

三、设备基础施工质量验收要求

1. 设备基础施工质量应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015的规定。

2. 设备基础混凝土强度的验收要求

（1）基础施工单位应提供设备基础质量合格证明文件，主要检查验收其混凝土配合比、混凝土养护及混凝土强度是否符合设计要求。

（2）如果对设备基础的强度有怀疑时，可请有检测资质的工程检测单位对基础的强度进行复测。

（3）重要的设备基础应做预压强度试验，预压合格并有预压沉降详细记录。如大型锻压设备、汽轮发电机组、大型油罐。

1H413012 机械设备安装程序

一、机械设备安装的一般程序

机械设备安装的一般程序：设备开箱检查→基础检查验收→基础测量放线→垫铁设置→设备吊装就位→设备安装调整→设备固定与灌浆→设备零部件清洗与装配→润滑与设备加油→设备试运行→工程验收。

二、机械设备安装主要工序内容

（一）施工准备

1. 编制施工组织设计或专项施工方案

对机械设备安装有关的设计文件、施工图纸进行自审和会审，编制施工方案并进行技术交底。大型、复杂的机械设备安装工程应编制专项工程施工组织设计或专项施工方案。

2. 编制设备进场计划，劳动力、材料、机具等资源使用计划，有序组织进场

（1）《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231—2009 第 1.0.4 条规定："安装的机械设备、主要的或用于重要部位的材料，必须符合设计和产品标准的规定，并应有合格证明。"

（2）迁建工程中，对于拆迁设备、旧设备可能因精度达不到使用要求时，其施工及验收要求，应在施工前由建设单位和施工单位另行商定。

（3）有的设备虽有出厂合格证，但实际进场时发现存在问题或缺陷，应视为不合格产品，不得进行安装。

（4）对工程中用量很大的主要材料，或者用量不大，但用于重要部位的材料，不允许有质量问题或错用。例如，高强度螺栓质量问题、风机叶片的材质问题、高压管因材质引起的爆裂、锅炉耐热合金钢管的错用引发质量事故等，一旦出现问题将给工程造成重大损失。

（5）设备安装中采用的各种计量和检测器具、仪器、仪表和设备，应符合国家现行计量法规的规定，其精度等级，不应低于被检对象的精度等级。机械设备安装工程中采用的各种计量和检测器具、仪器、仪表和设备，必须经过检定、校准合格，其精度等级不应低于被检测对象，且应满足被检测项目的精度要求。

（6）参加机械设备安装工程施工的作业人员须经培训合格，特种设备作业人员和特殊工种人员应符合国家现行有关法律法规的规定，并持证上岗。

3. 现场设施应具备开工条件

现场设施应满足机械设备安装工程的需要。如临建设施、作业场所、运输道路、电源、水源、照明、通信、网络、消防等。

（二）设备开箱检查

机械设备开箱时，应由建设单位、监理单位、施工单位共同参加，按下列项目进行检查和记录：

1. 箱号、箱数以及包装情况。
2. 设备名称、规格和型号，重要零部件需按标准进行检查验收。
3. 随机技术文件（如使用说明书、合格证明书和装箱清单等）及专用工具。
4. 有无缺损件，表面有无损坏和锈蚀。

5. 其他需要记录的事项。

（三）基础测量放线

1. 设定基准线和基准点的原则

（1）设定基准线。基础测量放线是实现机械设备平面乃至空间位置定位要求的重要环节，设备安装的定位依据通常称为基准线（平面）和基准点（高程）。

承担土建工程的施工单位，在移交厂房和基础条件的同时，应移交测量网点及重要的主轴线。

（2）设定基准线和基准点的注意事项：

1）安装检测使用方便。

2）有利于保持而不被毁损。

3）刻划清晰，容易辨识。

2. 基准线和基准点的设置要求

（1）机械设备就位前，按工艺布置图并依据测量控制网或相关建筑物轴线、边缘线、标高线，划定安装的基准线和基准点。

（2）基准线和基准点用测量仪器按测量规程设定。当因辅助安装、设备检修检测需要时，可根据已有的基准线和基准点临时引出辅助基准线和基准点使用。

（3）对于与其他设备有机械联系的机械设备，应划定共同的安装基准线和基准点。

（4）平面位置安装基准线与基础实际轴线或与厂房墙、柱的实际轴线、边缘线的距离，允许偏差为 ±20mm。

（5）对于与其他设备无机械联系的机械设备，其定位基面、线或点与安装基准线的允许偏差为 ±20mm，与安装基准点的允许偏差为 −10～＋20mm。

（6）对于与其他设备有机械联系的机械设备，其定位基面、线或点与安装基准线的允许偏差为 ±2mm，与安装基准点的允许偏差为 ±1mm。

3. 永久基准线和基准点的设置要求

（1）需要长期保留的基准线和基准点，则应设置永久中心标板和永久基准点，最好采用铜材或不锈钢材制作，用普通钢材制作需采取防腐措施，例如涂漆或镀锌。

（2）永久中心标板和基准点的设置，通常是在主轴线和重要的中心线部位，应埋设在设备基础或现浇楼板框架梁的混凝土内。

例如：烧结机的主轴线（纵向中心线）和头部大星轮轴线（横向中心线）。

（3）永久中心标板和基准点的设置必须先绘出布置图，并对各中心标板和基准点加以编号，由测量人员测量和刻线，并提交测量成果。记录有实测结果的永久中心标板和基准点布置图，应作为交工资料移交给建设单位保存并存入档案。

（4）对于重要、重型、特殊设备，需设置沉降观测点，用于监视、分析设备在安装、使用过程中基础的变化情况。如汽轮发电机组、透平压缩机组、大型储罐等。

（四）基础检查验收

1. 设备基础位置、标高、几何尺寸检查验收

（1）基础的位置、标高、几何尺寸应符合设计图和现行国家标准的规定，并有验收资料或记录。

（2）设备安装前按照规范允许偏差对设备基础位置、标高和几何尺寸进行复检。

（3）基础的位置、标高、几何尺寸测量检查主要包括基础的坐标位置，不同平面的标高，平面外形尺寸，凸台上平面外形尺寸和凹穴尺寸，平面的水平度，基础立面的铅垂度，预留孔洞的中心位置、深度和孔壁铅垂度，预埋板或其他预埋件的位置、标高等。

（4）检查基础坐标、中心线位置时，应沿纵、横两个方向测量，并取其中的最大值。

2. 设备基础外观质量检查验收

（1）基础外表面应无裂纹、空洞、掉角、露筋。

（2）基础表面和预留孔应干净。

（3）预留孔洞内无露筋、凹凸等缺陷。

（4）放置垫铁的基础表面应平整，中心标板和基准点埋设牢固、标记清晰、编号准确。

3. 预埋地脚螺栓检查验收

（1）直埋地脚螺栓中心距、标高及露出基础长度符合设计或规范要求，中心距应在其根部和顶部沿纵、横两个方向测量，标高应在其顶部测量。

（2）直埋地脚螺栓的螺母和垫圈配套，螺纹和螺母保护完好。

（3）活动地脚螺栓锚板的中心位置、标高、带槽或带螺纹锚板的水平度符合设计或规范要求。

4. 设备基础常见质量通病

（1）基础上平面标高超差。高于设计或规范要求会使二次灌浆层高度过低，低于要求会使二次灌浆层高度过高，影响二次灌浆层的强度和质量。

（2）预埋地脚螺栓的位置、标高超差。地脚螺栓中心线偏移过大会使设备无法正确安装，标高偏差过大会使设备无法正确固定。

（3）预留地脚螺栓孔深度超差。过浅会使地脚螺栓无法正确埋设。

（五）垫铁设置

1. 设置垫铁的作用。一是找正调平机械设备，通过调整垫铁的厚度，可使设备安装达到设计或规范要求的标高和水平度；二是能把设备重量、工作载荷和拧紧地脚螺栓产生的预紧力通过垫铁均匀地传递到基础。

2. 垫铁的设置。按规范、设计图、设备图纸的规定设置。

3. 无垫铁设备安装施工要求：

（1）根据设备重量、底座结构，确定临时支撑件或调整螺钉的位置和数量。

（2）设备底座上设有安装用调整螺钉时，其调整螺钉支承板上表面水平度允许偏差不大于 1/1000。

（3）采用无收缩混凝土或自密实灌浆料，捣实灌浆层，达到设计强度 75% 以上时，撤出调整工具，再次紧固地脚螺栓，复查设备精度，将临时支撑件的空隙用灌浆料填实。

（六）设备吊装就位

1. 机械设备的吊装就位，应根据设备特点、作业条件和可利用的起重机械，选择安全可靠、经济可行的吊装方案。

2. 特殊作业场所、大型或超大型设备的吊装运输应编制专项施工方案。

3. 应用新技术。计算机控制和无线遥控液压同步提升新技术在大型或超大型构件和设备安装工程中得到推广应用，例如：电视塔钢天线、大型轧机牌坊、超大型龙门吊、石

化反应塔等。

（七）设备安装调整

设备安装调整是机械设备安装工程中关键的一环，直接影响到设备的安装质量。

1. 设备调整应根据设备技术文件或规范要求的精度等级，调整设备自身和相互位置状态，例如：设备的中心位置、水平度、垂直度、平行度等。

2. 精度检测是检测设备、零部件之间的相对位置误差，如垂直度、平行度、同轴度等。

3. 所有位置精度项和部分形状精度项，涉及误差分析、尺寸链原理及精密测量技术。随着激光对中技术和计算机自动检测技术在安装技术上的应用，安装精度得以大幅度提高。

（八）设备固定与灌浆

1. 设备固定

（1）除少数可移动机械设备外，绝大部分机械设备需固定在设备基础上，尤其对于重型、高速、振动大的机械设备，如果不固定牢固，可能导致重大事故的发生。

（2）对于解体设备应先将底座就位固定后，再进行上部设备部件的组装。

2. 设备灌浆

（1）设备灌浆分为一次灌浆和二次灌浆。一次灌浆是设备粗找正后，对地脚螺栓预留孔进行的灌浆。二次灌浆是设备精找正、地脚螺栓紧固、检测项目合格后对设备底座和基础间进行的灌浆。

（2）设备灌浆可使用的灌浆料很多，例如：细石混凝土、无收缩混凝土、微膨胀混凝土和其他灌浆料（如 CGM 高效无收缩灌浆料、RG 早强微胀灌浆料）等，其配制、性能和养护应符合《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119—2013 和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55—2011 的有关规定。

（九）设备零部件清洗与装配

1. 随着建筑工业化的推进，BIM 技术、模块化在机电工程已广泛应用。对于解体机械设备和超过防锈保存期的整体机械设备，应进行拆卸、清洗与装配。

2. 设备装配步骤

（1）熟悉装配图、技术说明、零部件结构和配合要求，确定装配或拆卸程序和方法。

（2）按装配或拆卸程序进行装配件摆放和妥善保护，按规范要求处理装配件表面锈蚀、油污和油脂。

（3）对装配件配合尺寸、相关精度、配合面、滑动面进行复查和清洗干净，如对齿轮啮合、滑动轴承的侧间隙、顶间隙等做好记录。

（4）清洗的零部件涂润滑油（脂）后，按标记及装配顺序进行装配，一般装配顺序为：组合件装配→部件装配→总装配。

（十）润滑与设备加油

1. 润滑与设备加油是保证机械设备正常运转的必要条件，通过润滑剂减少摩擦副的摩擦、表面破坏和降低温度，使设备具有良好工作性能，延长使用寿命。

2. 按润滑剂加注方式，一般划分为分散润滑和集中润滑。

（1）分散润滑通常由人工方式加注润滑剂，设备试运转前对各润滑点进行仔细检查清

洗，保证润滑部位洁净，润滑剂选用按设计和用户要求确定，加注量适当。

（2）集中润滑通常由润滑站、管路及附件组成润滑系统，通过管道输送定量的有压力的润滑剂到各润滑点。

（十一）设备试运行

设备试运行是综合检验设备制造和设备安装质量的重要环节，涉及的专业多、人员多，应精心组织、统一指挥。设备试运行应按安装后的调试、单体试运行、联动试运行和负荷试运行四个步骤进行。

1. 安装后的调试。包括：润滑、液压、气动、冷却、加热和电气及操作控制等系统单独模拟调试合格；按生产工艺、操作程序和随机技术文件要求进行各动作单元、单机直至整机或成套生产线的工艺动作试验完成。

2. 单体试运行。按规定时间对单台设备进行全面考核，包括单体空载试运行和负荷试运行。单体负荷试运行只是对于无需联动的设备和负荷试运行规定需要做单体负荷试验的设备才进行。设备单体试运行的顺序是：先手动，后电动；先点动，后连续；先低速，后中、高速。

3. 联动试运行。主要是检查整条生产线或联动机组中各设备相互配合及按工艺流程的动作程序是否正确，同时也检查联锁装置是否灵敏可靠，信号装置是否准确无误。联动试运行应按设计规定的联动程序进行或模拟进行。

4. 负荷试运行。在投料的情况下，全面考核设备安装工程的质量，考核设备的性能、生产工艺和生产能力，检验设计是否符合和满足正常生产的要求。负荷试运行应按生产工艺流程进行，需要进行热负荷试运行的设备（如工业炉设备），则往往伴随着试生产进行。

（十二）工程验收

通常按照合同中约定的工作范围和责任来界定。

1. 机械设备安装工程的验收程序一般按单体试运行、联动试运行和负荷试运行三个步骤进行。

2. 无须联动试运行的工程，在单体试运行合格后即可办理工程验收手续；须经联动试运行的工程，则在负荷试运行合格后方可办理工程验收手续。

3. 单体和联动试运行规程由施工单位负责编制，并负责试运行的组织、指挥和操作，建设单位及相关方人员参加。单体和联动试运行规程由建设单位负责编制，并负责试运行的组织、指挥和操作，施工单位及相关方可依据建设单位的委托派人参加，配合负荷试运行。

4. 单体和联动试运行符合要求后，施工单位与建设单位、监理单位、设计单位、质量监督部门办理工程及技术资料等相关交接手续。

5. 工程验收合格，符合合同约定、设计及验收规范要求，应即时办理工程验收。

1H413013 机械设备安装方法

一、机械设备安装的分类

机械设备安装一般分为整体安装、解体安装和模块化安装。

1. 整体安装是指对于体积和重量不大的设备，现有的运输条件可以将其整体运输到

安装现场，直接将其安装到设计指定的位置。整体安装的关键在于保证设备的定位位置精度和各设备间相互位置精度。

2. 解体安装是指对某些大型设备，由于运输条件的限制，无法将其整体运输到安装现场，出厂时只能将其分解成部件进行运输，在安装现场重新按设计、制造要求进行装配和安装。解体安装不仅要保证设备的定位位置精度和各设备间相互位置精度，还必须再现制造、装配的精度，达到制造厂的标准，保证其安装精度要求。

3. 模块化安装是指对某些大型、复杂的设备，重新按设备的设计、制造要求，设计成模块，除保证组装的精度外，还要保证其安装精度要求，同时达到制造厂的标准。

模块化安装已广泛应用在工业、建筑机电工程中，如机械、石油化工、冶炼、电力、高层建筑等。利用模块化制造的原理，将工厂制造的设备分解并集成为多种系统功能的大型模块，进行“工厂化”的建造，到现场安装，组成工艺复杂、功能齐备的现代化工厂。由中国某建设公司承担建设的镍冶炼厂项目就是世界上第一个采用模块化建造的集成冶炼工厂。

二、机械设备典型零部件的装配

机械设备典型零部件安装质量直接关系到设备整体性能、运行安全和使用寿命。典型零部件装配是机械设备安装方法的重要组成部分，主要包括：螺纹连接件装配、过盈配合件装配、齿轮装配、联轴器装配、轴承装配等。

1. 螺纹连接件装配

（1）螺纹连接按其紧固要求的紧固。有规定预紧力的螺纹连接，在紧固时应按预紧力要求并做测量。如有密封要求的容器、设备上的重要螺纹连接件等。

（2）有预紧力要求的螺纹连接常用紧固方法：定力矩法、测量伸长法、液压拉伸法、加热伸长法。

2. 过盈配合件装配

过盈配合件的装配方法，一般采用压入装配、低温冷装配和加热装配法，而在安装现场，主要采用加热装配法。

3. 齿轮装配

（1）齿轮装配时，齿轮基准面端面与轴肩或定位套端面应靠紧贴合，且用 0.05mm 塞尺检查不应塞入；基准端面与轴线的垂直度应符合传动要求。

（2）相互啮合的圆柱齿轮副的轴向错位，应符合下列规定：

1）齿宽 $B \leq 100$mm 时，轴向错位应 $\leq 5\%B$；

2）齿宽 $B > 100$mm 时，轴向错位应 $\leq$ 5mm。

（3）用压铅法检查齿轮啮合间隙时，铅丝直径不宜超过间隙的 3 倍，铅丝的长度不应小于 5 个齿距，沿齿宽方向应均匀放置至少 2 根铅丝。

（4）用着色法检查传动齿轮啮合的接触斑点，应符合下列要求：

1）应将颜色涂在小齿轮上，在轻微制动下，用小齿轮驱动大齿轮，使大齿轮转动 3～4 转。

2）圆柱齿轮和蜗轮的接触斑点，应趋于齿侧面中部；圆锥齿轮的接触斑点，应趋于齿侧面的中部并接近小端；齿顶和齿端棱边不应有接触。

3）传动齿轮啮合接触斑点的百分率计算值应符合《机械设备安装工程施工及验收通

用规范》GB 50231—2009 的规定。

4）可逆转的齿轮副，齿的两面均应检查。

4. 联轴器装配

（1）机械式联轴器按《联轴器分类》GB/T 12458—2017 分为刚性和挠性两类，其中刚性联轴器包括凸缘、夹壳两种，挠性联轴器包括滑块、齿式、滚子链、十字轴万向、轮胎式、梅花形、弹性柱销、膜片、弹性套柱销、蛇形弹簧、V 带轮钢砂式安全联轴器等常用类型。

（2）联轴器装配时，两轴心径向位移、两轴线倾斜和端面间隙的测量方法，应符合下列要求：

1）将两个半联轴器暂时互相连接，应在圆周上画出对准线或装设专用工具，其测量工具可采用塞尺直接测量、塞尺和专用工具测量或百分表和专用工具测量。

2）将两个半联轴器一起转动，应每转 90° 测量一次，并记录 5 个位置的径向位移测量值和位于同一直径两端测点的轴向测量值。

3）两轴心径向位移、两轴线倾斜计算值应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231—2009 的规定。

4）测量联轴器端面间隙时，应将两轴的轴向相对施加适当的推力，消除轴向窜动的间隙后，再测量其端面间隙值。

5. 轴承装配

（1）滑动轴承装配

1）瓦背与轴承座孔的接触要求、上下轴瓦中分面的接合情况、轴瓦内孔与轴颈的接触点数，应符合随机技术文件规定。对于厚壁轴瓦，在未拧紧螺栓时，用 0.05mm 塞尺从外侧检查上下轴瓦接合面，任何部位塞入深度应不大于接合面宽度的 1/3；对于薄壁轴瓦，在装配后，在中分面处用 0.02mm 塞尺检查，不应塞入。薄壁轴瓦的接触面不宜研刮。

2）轴颈与轴瓦的侧间隙可用塞尺检查，单侧间隙应为顶间隙的 1/2～1/3。轴颈与轴瓦的顶间隙可用压铅法检查，铅丝直径不宜大于顶间隙的 3 倍；顶间隙计算值应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231—2009 的规定。

（2）滚动轴承装配

1）装配方法有压装法和温差法两种。采用压装法装配时，压入力应通过专用工具或在固定圈上垫以软金属棒、金属套传递，不得通过轴承的滚动体和保持架传递压入力；采用温差法装配时，应均匀地改变轴承的温度，轴承的加热温度不应高于 120℃，冷却温度不应低于 −80℃。

2）轴承外圈与轴承座孔在对称于中心线 120° 范围内、与轴承盖孔在对称于中心线 90° 范围内应均匀接触，且用 0.03mm 的塞尺检查时，塞尺不得塞入轴承外圈宽度的 1/3。

3）轴承装配后应转动灵活。采用润滑脂的轴承，应在轴承 1/2 空腔内加注规定的润滑脂；采用稀油润滑的轴承，不应加注润滑脂。

三、机械设备固定

设备与基础的固定方式主要采用地脚螺栓连接，通过调整垫铁将设备找正调平，然后灌浆将设备固定在设备基础上。

1. 地脚螺栓

地脚螺栓一般可分为固定地脚螺栓、活动地脚螺栓、胀锚地脚螺栓和粘接地脚螺栓。

（1）固定地脚螺栓又称为短地脚螺栓，它与基础浇灌在一起，用来固定没有强烈振动和冲击的设备。如直钩螺栓、弯钩螺栓、弯折螺栓、U形螺栓、爪式螺栓、锚板螺栓等。

（2）活动地脚螺栓又称长地脚螺栓，是一种可拆卸的地脚螺栓，用于固定工作时有强烈振动和冲击的重型机械设备。如T形头螺栓、拧入式螺栓、对拧式螺栓等。

（3）部分静置的简单设备或辅助设备有时采用胀锚地脚螺栓的连接方式。胀锚地脚螺栓安装应满足下列要求：

1）胀锚地脚螺栓中心到基础边缘的距离不小于7倍的胀锚地脚螺栓直径。

2）安装胀锚地脚螺栓的基础强度不得小于10MPa。

3）钻孔处不得有裂缝，钻孔时应防止钻头与基础中的钢筋、埋管等相碰。

4）钻孔直径和深度应与胀锚地脚螺栓相匹配。

（4）粘接地脚螺栓是近些年应用的一种地脚螺栓，其方法和要求与胀锚地脚螺栓基本相同。在粘接时应把孔内杂物吹净，并不得受潮。

2. 垫铁

（1）垫铁安装方法：大部分机械设备采用垫铁调整和承载的安装方法。

（2）垫铁种类：平垫铁、斜垫铁、开孔垫铁、开口垫铁、钩头成对斜垫铁、调整垫铁等。

（3）垫铁的施工方法：坐浆法和压浆法。

（4）设备无垫铁安装。目前还只限于设计文件有要求的情况下采用，由二次灌浆层起承重作用。

四、机械设备安装新技术应用

1. 激光对中技术和激光检测技术的应用

激光对中仪和激光几何测量系统可进行长距离回转中心线、机械轴对中以及铅垂度、平行度、平面度、直线度等测量。测量精确度高、操作简单，并有数据显示、储存和打印系统，目前已在大型精密机床、水泥回转窑、焦化干燥机、轧钢设备传动中间轴、大型透平压缩机、超大型汽轮发电机组等工程中应用。

2. 大型设备吊装采用计算机控制的液压同步提升技术和无线遥控液压同步技术

大型构件和设备液压同步提升技术是一项非常有特色的安装施工新技术，它是将构件和设备在地面拼装后，整体提升到预定高度安装就位。在提升过程中，不但可以控制构件和设备的运动姿态和应力分布，构件和设备还可以在空中滞留和微动调节，实现倒装施工和空中拼接，完成人力和现有设备无法完成的任务，使大型构件和设备安装过程既简便快捷，又安全可靠、保证质量。在计算机控制的基础上，加上无线通信远程控制系统，实现遥控。

3. 设备模块化集成技术的应用

工程领域BIM技术应用，三维可视化技术能够实现在计算机中模拟设备部件装配和现场安装，进一步推动设备模块化、集成化施工的发展。

1H413014 机械设备安装精度控制要求

一、机械设备安装精度

1. 设备安装精度是指安装过程中为保证整套装置正确联动所需的各独立设备之间的位置精度。

2. 单台设备通过合理的安装工艺和调整方法能够重现的制造精度。

3. 整台（套）设备在使用中的运行精度。

二、影响设备安装精度的因素

影响设备安装精度的因素有：设备基础、垫铁埋设、设备灌浆、地脚螺栓、设备制造、测量误差、环境因素等。

（一）设备基础

1. 设备基础对安装精度的影响主要是强度、沉降和抗振性能。设备安装调整检验合格后，基础若强度不够、沉降不均或继续沉降，会引起安装偏差发生变化。

2. 设备运行后可能产生较大的动载荷或冲击载荷，若基础抗振性能不足，也会影响设备的安装精度。

（二）垫铁埋设

1. 垫铁埋设对安装精度的影响主要是承载面积和接触情况。

2. 垫铁承受载荷的有效面积不够，或垫铁与基础、垫铁之间、垫铁与设备之间接触不好，会引起安装偏差发生变化。

（三）设备灌浆

1. 设备灌浆对安装精度的影响主要是强度和密实度。

2. 地脚螺栓预留孔一次灌浆、基础与设备之间的二次灌浆强度不够、不密实，会造成地脚螺栓和垫铁松动，引起安装偏差发生变化。

（四）地脚螺栓

1. 地脚螺栓对安装精度的影响主要是紧固力和垂直度。

2. 地脚螺栓紧固力不够、安装不垂直，会造成设备固定不牢，引起安装偏差发生变化。

（五）设备制造

设备制造对安装精度的影响主要是加工精度和装配精度。

1. 设备制造质量达不到设计要求，对安装精度直接产生影响，且多数问题无法现场处理，因此设备出厂前的质量检验至关重要。

2. 解体设备的装配精度将直接影响设备的运行质量，包括各运动部件之间的相对运动精度，配合面之间的配合精度和接触质量。

（1）现场组装大型设备各运动部件之间的相对运动精度包括直线运动精度、圆周运动精度、传动精度等，如大型滚齿机安装时若传动链末端的蜗轮副因安装精度超差，产生运行误差，将会影响加工齿轮的加工精度。

（2）配合精度是指配合表面之间达到规定的配合间隙或过盈的接近程度，它直接影响配合的性质，如轴承装配。

（3）接触质量是指配合表面之间的接触面积的大小和分布情况，它主要影响相配零件之间接触变形的大小，从而影响配合性质的稳定性和寿命，如齿轮啮合。

3. 设备基准件的安装精度包括标高差、水平度、铅垂度、直线度、平行度等，将直接影响设备各部件间的相互位置精度和相对运动精度。如龙门刨床的床身导轨的直线度和导轨之间的平行度将影响工作台的直线运动精度。

（六）测量误差

1. 测量误差对安装精度的影响主要是仪器精度和基准精度。选用的测量仪器和检测工具精度等级偏低，划定的基准线、基准点实际偏差过大，测点部位选择不当，会引起安装偏差发生变化。

2. 测量过程包括测量对象、计量单位、测量方法和测量精度四个要素。

3. 主要形状误差、位置误差的检测方法及其误差评定。

（1）形状误差是指被测实际要素对其理想要素的变动量。主要形状误差有直线度、平面度、圆度、圆柱度等。

（2）位置误差是指关联实际要素的位置对基准的变动全量。主要位置误差有平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度等。

（3）检测方法及其误差评定：在确定检测方法时，关键是如何将理想要素体现出来。采用不同的测量方法比较的结果，经一定数据处理后，可得到其误差。

4. 设备检测基准的选择，直接关系到整台设备安装、找正、找平的质量。

（1）应选择在正确的部位。通常在加工面或轴线上检测，如设备底座、机身、壳体、机座、床身、台板、基础板、机械轴等加工面。

（2）当设备有多个加工面和轴线时，应选择在主要工作面或主要工作轴线上。检测应减少中间环节，避免积累偏差。检测应注意环境的影响，例如：日照温度、风力等因素的影响。

5. 选用的测量仪器和检测工具的精度必须高于被测量装置的精度并与之要求相适应，否则达不到质量要求。

6. 测量人员操作误差，如测量时的主观性或视差，以及技能水平不够、压力过大等，将直接影响安装精度。

（七）环境因素

环境因素对安装精度的影响主要是基础温度变形、设备温度变形和恶劣环境场所。

1. 设备基础温度变形。例如，大型精密机床、高精度的大型连轧机组、大型透平压缩机的基础尺寸长、大、深，当气温变化时，由于基础上下温度变化不一致，上部温度变化大、下部温度变化小，使设备基础产生两种变形情况。气温升高时，上部温度比下部温度高，设备基础中间上拱；气温下降时，上部温度比下部温度低，设备基础中间下陷。

2. 设备温度变形。设备运行时，由于工作状态可能产生大量的热量，各零部件受热而产生热变形，影响安装精度。例如，汽轮机转子几个支承因受热条件不同，零部件将处于不同的温度场，产生不同的热变形，导致转子中心位置改变。

3. 恶劣环境场所，主要是指生产与安装工程同时进行，严重影响作业人员视线、听力、注意力等，可能造成安装质量偏差。

三、安装精度的控制方法

（一）提高安装精度的方法

1. 应从人、机、料、法、环等方面着手，尽量排除和避免影响安装精度的诸因素。

尤其要强调人的作用，应选派具有相应技术水平和责任心的人员去从事相应的安装工作，有适当、先进、可行的施工工艺，配备完好适当的施工机械和与安装精度要求相适应的测量器具，在适宜的环境下操作，才能提高安装质量，保证安装精度。

2. 根据设备的设计精度、结构特点，选择适当、合理的装配和调整方法。采用可补偿件的位置或选择装入一个或一组合适的固定补偿件的办法调整，抵消过大的安装累积误差。

3. 选择合理的检测方法，包括测量器具和测量方法，其精度等级应与被检测设备的精度要求相适应。

4. 必要时选用修配法，对补偿件进行补充加工，抵消过大的安装累积误差。这种方法是在调整法解决不了时才使用。

5. 设备安装允许有一定的偏差，偏差方向的确定是一项复杂的、技术性极强的工作，对于一种偏差方向，往往要考虑多种因素，应以主要因素来确定安装精度的偏差方向。有些偏差有方向性，在设备技术文件中一般会有规定，当设备技术文件中无规定时，可按下列原则进行：

（1）有利于抵消设备附属件安装后重量的影响；

（2）有利于抵消设备运转时产生的作用力的影响；

（3）有利于抵消零部件磨损的影响；

（4）有利于抵消摩擦面间油膜的影响。

（二）设备安装偏差方向的控制

1. 补偿温度变化所引起的偏差

（1）机械设备安装通常是在同一环境温度下进行的，许多设备在生产运行时则处在不同温度的条件下。例如，汽轮机、干燥机在运行中输送介质或物料因素，温度比与之连接的发电机、鼓风机、电动机高，在对这类机组的联轴器装配定中心时，应考虑温差的影响，控制安装偏差的方向。

（2）调整两轴心径向位移时，运行中温度高的一端（汽轮机、干燥机）应低于温度低的一端（发电机、鼓风机、电动机），调整两轴线倾斜时，上部间隙小于下部间隙，调整两端面间隙时选择较大值，使运行中温度变化引起的偏差得到补偿。

2. 补偿受力所引起的偏差

机械设备安装通常仅在自重状态下进行，设备投入运行承载后，安装精度的偏差有的会发生变化。例如，带悬臂转动机构的设备，受力后向下和向前倾斜，安装时就应控制悬臂轴水平度的偏差方向和轴线与机组中心线垂直度的方向，使其能补偿受力引起的偏差变化。

3. 补偿使用过程中磨损所引起的偏差

（1）装配中的许多配合间隙是可以在一个允许的范围内选择的，例如，齿轮的啮合间隙、可调轴承的间隙、轴封等密封装置的间隙、滑道与导轮的间隙、导向键与槽的间隙等。

（2）设备运行时，间隙都会因磨损而增大，引起设备在运行中振动或冲击，安装时间隙选择调整适当，能补偿磨损带来的不良后果。

4. 设备安装精度偏差的相互补偿

（1）连续生产机组是由许多单体设备组成的，利用尺寸链原理，在安装中将各个单体

设备安装的允许偏差从整个机组考虑，控制其偏差方向，合理排列和分布，不产生偏差积累，而是产生相互补偿的效果，对机组的运行是很有益的。例如，控制相邻辊道轴线与机组中心线垂直度偏差的方向相反，控制相邻设备水平度偏差的方向相反，就可以减少产品在机组运行中的跑偏。

（2）设备安装精度的控制即对设备安装偏差的控制。设计文件和有关设备安装验收规范对每台（套）设备安装的检查验收项目和允许偏差作出规定。例如，联轴器两轴同轴度允许最大偏差是指在工作状态下，由于制造误差、安装误差和工作载荷变化引起振动、冲击、变形、温度变化等综合因素，形成的两轴相对偏移量，而联轴器安装的同轴度允许偏差值只是其中的一部分。因此，设备安装中要控制偏差达到精度要求。

1H413020 电气工程安装技术

1H413021 配电装置安装与调试技术

一、配电装置的现场检查

1. 配电装置到达现场后，应及时进行检查。检查的内容应按照供货合同、技术标准、设计要求和制造厂的有关规定进行。

2. 配电装置安装前的检查

（1）包装及密封应良好，设备和部件的型号、规格、柜体几何尺寸应符合设计要求。备件的供应范围和数量应符合合同要求。柜体应有便于起吊的吊环。

（2）柜内电器及元部件、绝缘瓷瓶齐全，无损伤和裂纹等缺陷。接地线应符合有关技术要求。

（3）柜内设备的布置应安全合理，保证开关柜检修方便。柜内设备与盘面要保持安全距离。

（4）配电装置具有机械、电气防误操作的联锁装置。机械联锁装置不允许采用钢丝。

（5）配电装置内母线应按国标要求标明相序色，并且相序排列一致。

（6）技术文件应齐全，所有的电器设备和元件均应有合格证，关键部件应有产品制造许可证的复印件，其证号应清晰。

二、配电装置柜体的安装要求

1. 基础型钢的安装垂直度、水平度允许偏差，位置偏差及不平行度，基础型钢顶部平面，应符合规定。基础型钢的接地应不少于两处，且连接牢固、导通良好。

2. 柜体的接地应牢固、可靠，以确保安全。装有电器的柜门应用截面积≥ $4mm^2$ 裸铜软线与金属柜体可靠连接。

3. 将柜体按编号顺序分别安装在基础型钢上，再找平找正。柜体安装垂直度允许偏差不应大于1.5‰，相互间接缝不应大于2mm，成列盘面偏差不应大于5mm。

4. 柜体安装完毕后，每台柜体均应单独与基础型钢做接地保护连接，以保证柜体的接地牢固良好。

5. 安装完毕后，还应全面复测一次，并做好柜体的安装记录。

三、配电装置试验及调整要求

1. 高压试验要求

高压试验应由当地供电部门许可的试验单位进行。试验标准符合国家现行规范、当地供电部门的规定及产品技术要求。

2. 配电装置应分别进行模拟试验，操作、控制、联锁、信号和保护应正确无误、安全可靠。

3. 高压试验内容

母线、避雷器、高压瓷瓶、电压互感器、电流互感器、高压开关等设备及元部件试验的内容有：绝缘试验，主回路电阻测量和温升试验，峰值耐受电流、短时耐受电流试验，关合、关断能力试验，机械试验，操作振动试验，内部故障试验，SF_6气体绝缘开关设备的漏气率及含水率检查，防护等级检查。

4. 配电装置的主要整定内容

（1）过电流保护整定：电流元件整定和时间元件整定。

（2）过负荷告警整定：过负荷电流元件整定和时间元件整定。

（3）三相一次重合闸整定：重合闸延时整定和重合闸同期角整定。

（4）零序过电流保护整定：电流元件整定、时间元件整定和方向元件整定。

（5）过电压保护整定：过电压范围整定和过电压保护时间整定。

四、配电装置送电运行验收

（一）送电前的准备工作

1. 备齐合格的验电器、绝缘靴、绝缘手套、临时接地编织铜线、绝缘胶垫和灭火器材等。

2. 彻底清扫全部设备及变配电室、控制室及电器仪表元件灰尘。

3. 检查母线及设备上有无遗留下的工具、金属材料及其他物件。

4. 成立试运行组织，明确试运行指挥者、操作者和监护人。

5. 安装作业全部完成，质量部门检查全部合格。

6. 试验项目全部合格，并有试验报告单。

（二）送电前的检查

1. 检查开关柜内电器设备和接线是否符合图纸要求，线端是否标有编号，接线是否整齐。

2. 检查所安装的电器设备接触是否良好。

3. 检查机械联锁的可靠性。

4. 检查抽出式组件动作是否灵活。

5. 检查开关柜的接地装置是否牢固，有无明显标志。

6. 检查开关柜的安装是否符合要求。

7. 检查并试验所有表计及继电器动作是否正确。

（三）送电验收

1. 由供电部门检查合格后将电源送进室内，经过验电、校相无误。

2. 合高压进线开关，检查高压电压是否正常；合变压器柜开关，检查变压器是否有电，合低压柜进线开关，查看低压电压是否正常。分别合其他柜的开关。

3. 空载运行24h，无异常现象，办理验收手续，交建设单位使用。同时提交施工图纸、施工记录、产品合格证说明书、试验报告单等技术资料。

1H413022 电机安装与调试技术

一、变压器安装技术

（一）开箱检查

1. 按设备清单、施工图纸及设备技术文件核对变压器规格型号应与设计相符，附件与备件齐全无损坏。

2. 变压器无机械损伤及变形，油漆完好、无锈蚀。

3. 油箱密封应良好，带油运输的变压器，油枕油位应正常，油液应无渗漏。

4. 绝缘瓷件及铸件无损伤、缺陷及裂纹。

5. 充氮气或充干燥空气运输的变压器，应有压力监视和补充装置，在运输过程中应保持正压，气体压力应为 0.01～0.03MPa。

（二）变压器二次搬运

1. 变压器二次搬运可采用滚杠滚动及卷扬机拖运的运输方式。

2. 变压器吊装时，索具必须检查合格，钢丝绳必须挂在油箱的吊钩上，变压器顶盖上部的吊环仅作吊芯检查用，严禁用此吊环吊装整台变压器。

3. 变压器搬运时，应将高低压绝缘瓷瓶罩住进行保护，使其不受损伤。

4. 变压器搬运过程中，不应有严重冲击或振动情况，利用机械牵引时，牵引的着力点应在变压器重心以下，运输倾斜角不得超过 15°，以防止倾斜使内部结构变形。

5. 用千斤顶顶升大型变压器时，应将千斤顶放置在油箱千斤顶支架部位，升降操作应协调，各点受力均匀，并及时垫好垫块。

（三）变压器吊芯（器身）检查

1. 检查内容：铁芯检查；绕组检查；绝缘围屏检查；引出线绝缘检查；无励磁调压切换装置的检查；有载调压切换装置的检查；绝缘屏障检查；油循环管路与下轭绝缘接口部位检查。

2. 器身检查完毕后，必须用合格的变压器油进行冲洗，并清洗油箱底部，不得有遗留杂物。箱壁上的阀门应开闭灵活、指示正确。

（四）变压器就位

1. 变压器就位可用吊车直接吊装就位。

2. 变压器就位时，应注意其方位和距墙尺寸应与设计要求相符，图纸无标注时，纵向按轨道定位，并使屋内预留吊环的垂线位于变压器中心。

3. 变压器基础的轨道应水平，轨距与轮距应配合，装有气体继电器的变压器顶盖，沿气体继电器的气流方向有 1.0%～1.5% 的升高坡度。

4. 变压器与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线中心线相符。

5. 装有滚轮的变压器，滚轮应转动灵活，在变压器就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

（五）变压器接线

1. 变压器的一、二次接线、地线、控制导线均应符合相应的规定，油浸变压器附件的控制导线，应采用具有耐油性能的绝缘导线。

2. 变压器一、二次引线的施工，不应使变压器的套管直接承受应力。

3. 变压器的低压侧中性点必须直接与接地装置引出的接地干线连接，变压器箱体、支架或外壳应接地（PE），且有标识。所有连接必须可靠，紧固件及防松零件齐全。

4. 变压器中性点的接地回路中，靠近变压器处，宜做一个可拆卸的连接点。

（六）变压器的交接试验

1. 绝缘油试验或 SF_6 气体试验

（1）绝缘油的试验类别、试验项目及试验标准应符合相关规定。

（2）SF_6 气体绝缘的变压器应进行 SF_6 气体含水量检验及检漏。SF_6 气体含水量应符合产品技术文件要求，变压器应无明显泄漏点。

2. 测量绕组连同套管的直流电阻

（1）变压器的直流电阻与同温下产品出厂实测数值比较，相应变化不应大于 2%。

（2）1600kVA 及以下三相变压器，各相绕组之间的差别不应大于 4%；无中性点引出的绕组线间各绕组之间差别不应大于 2%。

（3）1600kVA 以上变压器，各相绕组之间差别不应大于 2%；无中性点引出的绕组，线间差别不应大于 1%。

3. 检查所有分接的电压比

（1）电压等级在 35kV 以下，电压比小于 3 的变压器电压比允许偏差应为 ±1%。

（2）其他所有变压器额定分接下电压比允许偏差不应超过 ±0.5%。

（3）其他分接的电压比应在变压器阻抗电压值（%）的 1/10 以内，且允许偏差应为 ±1%。

4. 检查变压器的三相联接组别

可以采用直流感应法或交流电压法分别检测变压器三相绕组的极性和连接组别。

5. 测量铁芯及夹件的绝缘电阻

（1）在变压器所有安装工作结束后应进行铁芯对地、有外引接地线的夹件对地及铁芯对夹件的绝缘电阻测量。

（2）变压器上有专用铁芯接地线引出套管时，应在注油前后测量其对外壳的绝缘电阻。

（3）采用 2500V 兆欧表测量，持续时间应为 1min，应无闪络及击穿现象。

6. 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比

用 2500V 摇表测量各相高压绕组对外壳的绝缘电阻值，用 500V 摇表测量低压各相绕组对外壳的绝缘电阻值。测量完后，将高、低压绕组进行放电处理。吸收比是通过计算得出的，测绝缘电阻时，摇表摇 15s 和 60s 时，阻值有差异，此时的比值就是吸收比。

7. 绕组连同套管的交流耐压试验

（1）电力变压器新装注油以后，大容量变压器必须经过静置 12h 才能进行耐压试验。对 10kV 以下小容量的变压器，一般静置 5h 以上才能进行耐压试验。

（2）变压器交流耐压试验不但对绕组，对其他高低耐压元件都可进行。进行耐压试验前，必须将试验元件用摇表检查绝缘状况。

8. 额定电压下的冲击合闸试验

（1）在额定电压下对变压器的冲击合闸试验，应进行 5 次，每次间隔时间宜为 5min，应无异常现象，其中 750kV 变压器在额定电压下，第一次冲击合闸后的带电运行时间不应少于 30min，其后每次合闸后带电运行时间可逐次缩短，但不应少于 5min。

（2）冲击合闸宜在变压器高压侧进行，对中性点接地的电力系统试验时变压器中性点应接地。

9. 检查相位

检查变压器的相位，应与电网相位一致。

（七）送电前的检查

1. 各种交接试验单据齐全，数据符合要求。

2. 变压器应清理、擦拭干净，顶盖上无遗留杂物，本体、冷却装置及所有附件应无缺损，且不渗油。

3. 变压器一、二次引线相位正确，绝缘良好。

4. 接地线良好且满足设计要求。

5. 通风设施安装完毕，工作正常，事故排油设施完好，消防设施齐备。

6. 油浸变压器油系统油门应打开，油门指示正确，油位正常。

7. 油浸变压器的电压切换装置及干式变压器的分接头位置放置正常电压档位。

8. 保护装置整定值符合规定要求；操作及联动试验正常。

（八）送电试运行

1. 变压器第一次投入时，可全压冲击合闸，冲击合闸宜由高压侧投入。

2. 变压器应进行5次空载全压冲击合闸，应无异常情况；第一次受电后，持续时间不应少于10min；全电压冲击合闸时，励磁涌流不应引起保护装置的误动作。

3. 油浸变压器带电后，检查油系统所有焊缝和连接面不应有渗油现象。

4. 变压器并联运行前，应核对好相位。

5. 变压器试运行要注意冲击电流、空载电流、一、二次电压、温度，并做好试运行记录。

6. 变压器空载运行24h，无异常情况，方可投入负荷运行。

二、电动机的安装技术

（一）电动机安装前的检查

1. 开箱检查

（1）包装及密封应良好；电机的功率、型号、电压应符合设计要求；电机外壳有无损伤，风罩、风叶完好；盘动转子检查转动部分应无卡阻或碰击等现象。

（2）定子和转子分箱装运的电动机，其铁芯、转子和轴颈应完整，无锈蚀现象。电动机的附件应无损伤。

（3）空气间隙的不均匀度应符合该产品的技术规定。当无规定时，各点空气间隙和平均空气间隙之差值与平均空气间隙之比宜为 ±5%。

（4）三相绕组是否断路、三相绕组的直流电阻偏差是否在允许范围内、电动机的各相绕组与机壳之间的绝缘电阻是否符合要求。

（5）电动机的引出线端子焊接或压接应良好，编号齐全，裸露带电部分的电气间隙应符合产品标准的规定。

（6）绕线式电动机应检查电刷的提升装置，提升装置应有“启动”“运行”的标志，动作顺序应是先短路集电环，再提起电刷。

2. 抽芯检查

（1）电动机出厂期限超过制造厂保证期限；若制造厂无保证期限，出厂日期已超过1年。

（2）经外观检查或电气试验，质量可疑时。

3. 电动机的干燥

（1）电动机绝缘电阻不能满足下列要求时，必须进行干燥。

1）1kV及以下电动机使用500～1000V摇表，绝缘电阻值不应低于1MΩ/kV。

2）1kV以上电动机使用2500V摇表，定子绕组绝缘电阻不应低于1MΩ/kV，转子绕组绝缘电阻不应低于0.5MΩ/kV，并做吸收比（R60/R15）试验，吸收比不小于1.3。

（2）干燥方法：

1）外部加热干燥法；

2）电流加热干燥法。

（3）电动机干燥时注意事项：

1）在干燥前应根据电动机受潮情况制定烘干方法及有关技术措施。

2）烘干温度缓慢上升，一般每小时的温升控制在5～8℃。

3）干燥中要严格控制温度，在规定范围内，干燥最高允许温度应按绝缘材料的等级来确定，一般铁芯和绕组的最高温度应控制在70～80℃。

4）干燥时不允许用水银温度计测量温度，应用酒精温度计、电阻温度计或温差热电偶。

5）定时测定并记录绕组的绝缘电阻、绕组温度、干燥电源的电压和电流、环境温度。测定时一定要断开电源，以免发生危险。

6）当电动机绝缘电阻达到规范要求，在同一温度下经5h稳定不变后认定干燥完毕。

（二）电动机安装

1. 安装时应在电动机与基础之间衬垫一层硬塑胶等防振物。

2. 地脚螺栓上均要套用弹簧垫圈，拧紧螺母时要按对角交错次序拧紧。

3. 应调整电动机的水平度，一般用水平仪进行测量。

4. 电动机垫片一般不超过三块，垫片与基础面接触应严密，电动机底座安装完毕后进行二次灌浆。

（三）电动机接线

1. 电动机接线方式

电动机三相定子绕组按电源电压和电动机额定电压的不同，可接成星形（Y）或三角形（△）两种形式。

2. 危险环境下电动机接线要求

（1）爆炸危险环境内电缆引入防爆电动机，可采用柔性钢导管，其与防爆电动机接线盒之间，应按防爆要求加以配合。

（2）电缆引入装置或设备进线口的密封应符合要求。

（四）电动机试运行

1. 试运行前的检查

（1）应用500V兆欧表测量电动机绕组的绝缘电阻。对于380V的异步电动机应不低于0.5MΩ。

（2）检查电动机安装是否牢固，地脚螺栓是否全部拧紧。

（3）电动机的保护接地线必须连接可靠，接地线（铜芯）的截面不小于 $4mm^2$，有防松弹簧垫圈。

（4）检查电动机与传动机械的联轴器是否安装良好。

（5）检查电动机电源开关、启动设备、控制装置是否合适。熔丝选择是否合格。热继电器调整是否适当。短路脱扣器和热脱扣器整定是否正确。

（6）通电检查电动机的转向是否正确。不正确时，在电源侧或电动机接线盒侧任意对调两根电源线即可。

（7）对于绕线型电动机还应检查滑环和电刷。

2. 试运行中的检查

（1）电动机的旋转方向应符合要求，无杂声；

（2）换向器、滑环及电刷的工作情况正常；

（3）检查电动机温度，不应有过热现象；

（4）振动（双振幅值）不应大于标准规定值；

（5）滑动轴承温升和滚动轴承温升不应超过规定值；

（6）电动机第一次启动一般在空载情况下进行，空载运行时间为 2h，并记录电动机空载电流。

1H413023 输配电线路施工技术

一、架空线路施工程序及内容

架空线路施工的一般程序：线路测量→基础施工→杆塔组立→放线架线→导线连接→线路试验→竣工验收检查。

（一）线路测量

进行线路标桩的检查，按直线杆塔、位移角度杆塔、无位移角度杆塔、不等高腿杆塔等形式杆塔基础的不同要求测量定位。

1. 直线杆塔顺线路和横线路方向位移，不应超过设计档距的要求。

2. 转角杆塔、分支杆塔的横线路、顺线路方向的位移均应符合要求。

（二）基础施工要求

1. 电杆基础坑深度允许偏差应符合设计要求。

2. 双杆基坑根开的中心偏差不应超过 30mm，两杆坑深度偏差不应大于 20mm。

3. 电杆基坑采用底盘时，底盘的圆槽面应与电杆中心线垂直，找正后应填土夯实至底盘表面。

4. 电杆基础采用卡盘时，安装前应将其下部土壤分层夯实。安装位置、方向、深度应符合设计要求。

（三）杆塔组立要求

1. 电杆的整体组立

混凝土杆整体组立的步骤：电杆焊接→组装横担和绝缘子→立杆准备→整体立杆。

（1）横担和绝缘子的安装

横担安装应平正，符合规定。绝缘子安装应牢固，连接可靠，防止积水。绝缘子在安装前应逐个进行绝缘电阻测定。

（2）整体立杆

杆立好、两侧拉线固定好后，应立即用经纬仪从正面和侧面同时进行找正，安装卡盘和进行回填土。

2. 铁塔组立

（1）铁塔组立方法

铁塔的组立方法分为两大类：整体组立法和分解组立法。整体组立法包括倒落式人字抱杆法、座腿式人字抱杆法等。分解组立法包括内、外拉线抱杆分解组塔、倒装组塔等。

根据现场地形及确定的立塔方法来确定地面组装方法。

（2）铁塔施工方法

目前的输电线路施工中，主要采用的是分解组塔的施工方法，有外拉线抱杆分解组塔法、内拉线抱杆分解组塔法。内拉线抱杆分解组塔法的特点是不受铁塔周围地形的影响，减少了因设置锚桩所需要的工具及工作量。可以同时进行双吊，提高了施工效率。

（3）螺栓的紧固

目前的铁塔均采用螺栓连接，螺栓的紧固程度对铁塔的组装质量影响较大。紧固程度不够，铁塔受力后部件会较早产生滑动，对结构受力不利。

（四）放线架线

1. 线盘架设

放线时，将轴杠两端放在线架的托架上。调整放线架，使其两端一样高，并使线盘脱离地面。放避雷线（钢绞线）时，可把该导线套人放线盘上进行。

2. 放线要求

（1）放铝线或钢芯铝线时，应在每根电杆的横担上预挂3只开口滑轮，待导线拉至每根电杆处，用绳子将导线提起，嵌人滑轮。继续拖拉导线时，使其沿滑轮移动。

（2）导线应一根一根地施放。线盘处应留有经验的人员看守，负责检查导线质量。

（3）放线时应有可靠的联络信号，沿途还要有人看护导线，使其不受损伤、不打环扣。

（五）导线连接要求

1. 每根导线在每一个档距内只准有一个接头，但在跨越公路、河流、铁路、重要建筑物、电力线和通信线等处，导线和避雷线均不得有接头。

2. 不同材料、不同截面或不同捻回方向的导线连接，只能在杆上跳线内连接。

3. 接头处的机械强度不低于导线自身强度的95%。电阻不超过同长度导线电阻的1.2倍。

4. 耐张杆、分支杆等处的跳线连接，可以采用T形线夹和并沟线夹连接。

5. 架空线的压接方法，可分为钳压连接、液压连接和爆压连接。

（六）线路试验

1. 测量绝缘子和线路的绝缘电阻

（1）悬式绝缘子和支柱绝缘子的绝缘电阻测量

1）每片悬式绝缘子的绝缘电阻值，不应低于300MΩ；

2）35kV及以下的支柱绝缘子的绝缘电阻值，不应低于500MΩ；

3）采用2500V兆欧表测量绝缘子的绝缘电阻值，可按同批产品数量的10%抽查；

4）棒式绝缘子不进行此项试验。

（2）悬式绝缘子和支柱绝缘子的交流耐压试验

1）35kV 及以下的支柱绝缘子，可在母线安装完毕后一起进行试验，试验电压应符合高压电气设备绝缘的工频耐压试验电压标准的规定。

2）35kV 多元件支柱绝缘子的交流耐压试验值应符合规定，测量并记录线路绝缘电阻值。

2. 测量 35kV 以上线路的工频参数可根据继电保护、过电压等专业的要求进行。

3. 检查线路各相两侧的相位应一致。

4. 冲击合闸试验

在额定电压下对空载线路的冲击合闸试验，应进行 3 次。

5. 测量杆塔的接地电阻值，应符合设计的规定。

6. 导线接头测试

（1）电压降法：正常的导线接头两端的电压降，一般不超过同样长度导线的电压降的 1.2 倍。

（2）温度法：红外线测温仪，可距被测点一定距离外进行测温，通过导线接头温度的测量，来检验接头的连接质量。

（七）竣工验收检查

1. 杆塔直立，横担与线路中心垂直；
2. 杆塔全高误差值及杆塔根基误差值符合设计要求；
3. 拉线紧固，受力情况平衡；
4. 拉线坑、杆塔坑符合填土要求；
5. 检查弧垂、绝缘子串倾斜，跳线对各部的电气距离是否达到设计要求；
6. 线路导线电阻不超过规定值；
7. 线路的绝缘电阻符合标准要求；
8. 额定电压下对空载线路冲击合闸 3 次，无问题。

二、电缆线路的敷设

（一）室外电缆线路敷设的要求

1. 直埋电缆敷设要求

（1）直埋电缆的埋深应不小于 0.7m，穿越农田时应不小于 1m。在引入建筑物、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处可浅埋，但应采取保护措施。

（2）直埋电缆一般使用铠装电缆。在铠装电缆的金属外皮两端要可靠接地，接地电阻不得大于 10Ω。

（3）电缆敷设后，上面要铺 100mm 厚的软土或细沙，再盖上混凝土保护板，覆盖宽度应超过电缆两侧以外各 50mm，或用砖代替混凝土保护板。

（4）直埋电缆在直线段每隔 50～100m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处，应设置明显的方位标志或标桩。

（5）电缆中间接头盒外面要有铸铁或混凝土保护盒。接头下面应垫以混凝土基础板，长度要伸出接头保护盒两端 600～700mm。

（6）电缆引入建筑物、隧道时，要穿在管中，并将管口堵塞，防止渗水。

（7）电缆互相交叉，与非热力管和管道交叉，穿越公路时，都要穿在保护管中，保护

管长度超出交叉点1m，交叉净距不应小于250mm，保护管内径不应小于电缆外径的1.5倍。

（8）严禁将电缆平行敷设于管道的上方或下方。

2. 排管电缆敷设要求

（1）电缆排管的敷设

1）电缆排管可用钢管、塑料管、陶瓷管、石棉水泥管或混凝土管，但管内必须光滑。

2）按需要的孔数将管子排成一定形式，管子接头要错开，并用混凝土浇成一个整体，一般分为2、4、6、8、10、12、14、16孔等形式。

3）孔径一般应不小于电缆外径的1.5倍，敷设电力电缆的排管孔径应不小于100mm，控制电缆孔径应不小于75mm。

4）埋入地下排管顶部至地面的距离，人行道上应不小于500mm；一般地区应不小于700mm。

5）在直线距离超过100m、排管转弯和分支处都要设置排管电缆井；排管通向井坑应有不小于0.1%的坡度，以便管内的水流入井坑内。

6）敷设在排管内的电缆，应采用铠装电缆。

（2）电缆保护管的敷设

1）在电缆进入建筑物、隧道、穿过楼板及墙壁处，从地面引至电杆、设备、墙外表面或行人容易接近处，距地面高度2m以下的一段，其他可能受到机械损伤的地方应有一定机械强度的保护管或加装保护罩。

2）保护管埋入非混凝土地面的深度不应小于100mm，伸出建筑物散水坡的长度不应小于250mm。

3. 电缆沟或隧道内电缆敷设的要求

（1）电力电缆和控制电缆不应配置在同一层支架上。

（2）控制电缆在普通支架上，不宜超过1层；桥架上不宜超过3层。

（3）高低压电力电缆、强电与弱电控制电缆应按顺序分层配置，一般情况宜由上而下配置。

（4）交流三芯电力电缆，在普通支吊架上不宜超过1层，桥架上不宜超过2层。

（5）交流单芯电力电缆，应布置在同侧支架上，当按紧贴的正三角形排列时，应每隔1m用绑带扎牢。

（6）电缆敷设完毕后，应及时清除杂物，盖好盖板。必要时还应将盖板缝隙密封。

（二）电缆（本体）敷设要求

1. 电缆敷设前的检查

（1）电缆通道畅通，无堵塞，排水良好。隧道内照明通风符合要求。

（2）电缆型号、规格、电压应符合设计要求。电缆外观应无损伤、绝缘良好。

（3）充油电缆的油压不宜低于0.15MPa，所有接头应无渗漏油，油样应试验合格。

（4）电缆放线架应放置稳妥，钢轴的强度和长度应与电缆盘重量和宽度相匹配。

（5）敷设前应按设计和实际路径计算每根电缆的长度，合理安排每盘电缆，减少电缆接头。

（6）在带电区域内敷设电缆，应有可靠的安全措施。

（7）电缆封端应严密，并根据要求做绝缘试验。6kV以上的电缆，应做交流耐压和直

流泄漏试验；1kV 以下的电缆用兆欧表测试绝缘电阻，并做好记录。

2. 电缆施放要求

（1）人工施放时必须每隔 1.5～2m 放置滑轮一个，电缆端头从线盘上取下放在滑轮上，再用绳子扣住向前拖拽，不得把电缆放在地上拖拉。

（2）用机械敷设电缆时，应缓慢前进，一般速度不超过 15m/min，牵引头必须加装钢丝套。长度在 300m 以内的大截面电缆，可直接绑住电缆芯牵引。敷设时不得损坏保护层。

（3）用机械敷设电缆时的最大牵引强度应符合相关规定。充油电缆总拉力不应超过 27kN。

（4）穿入管中的电缆应符合设计要求，交流单芯电缆不得单独穿入钢管内。

3. 电力电缆接头的布置

（1）并联敷设的电缆，其长度、型号、规格应相同，接头的位置宜相互错开。

（2）电缆明敷时的接头，应用托板托置固定。

（3）直埋电缆接线盒外面应有防止机械损伤的保护盒（环氧树脂接头盒除外）。

4. 标志牌的装设

（1）在电缆终端头、电缆接头、拐弯处、夹层内、隧道及竖井的两端、人井内等地方，电缆上应装设标志牌。

（2）标志牌上应注明线路编号，标志牌的字迹应清晰不易脱落，应写明电缆型号、规格及起讫地点。并联使用的电缆应有顺序号。

（3）标志牌规格宜统一，标志牌应能防腐，挂装应牢固。

（三）电缆线路绝缘电阻测量和耐压试验

1. 绝缘电阻的测量

（1）1kV 及以上的电缆可用 2500V 的兆欧表测量其绝缘电阻。不同电压等级电缆的最低绝缘电阻值应符合规定。

（2）电缆线路绝缘电阻测量前，用导线将电缆对地短路放电。当接地线路较长或绝缘性能良好时，放电时间不得少于 1min。

（3）测量完毕或需要再测量时，应将电缆再次接地放电。

（4）每次测量都需记录环境温度、湿度、绝缘电阻表电压等级及其他可能影响测量结果的因素，对测量结果进行分析、比较，正确判断电缆绝缘性能的优劣。

2. 耐压试验

（1）耐压试验用直流电压进行试验，试验电压标准应符合要求。

（2）在进行直流耐压试验的同时，用接在高压侧的微安表测量泄漏电流。三相泄漏电流最大不对称系数一般不大于 2。对于 10kV 及以上的电缆，若泄漏电流小于 20μA，其三相泄漏电流最大不对称系数不作规定。

1H413024 防雷与接地装置的安装要求

一、防雷措施

（一）输电线路的防雷措施

1. 架设接闪线。使雷直接击在接闪线上，保护输电导线不受雷击。

2. 增加绝缘子串的片数加强绝缘。当雷电落在线路上，绝缘子串不会有闪络。

3. 减低杆塔的接地电阻。可快速将雷电流泄入地下，不使杆塔电压升太高，避免绝缘子被反击而闪络。

4. 装设管型接闪器或放电间隙，以限制雷击形成过电压。

5. 装设自动重合闸。预防雷击造成的外绝缘闪络使断路器跳闸后的停电现象。

6. 采用消弧圈接地方式。使单相雷击的接地故障电流能被消弧圈所熄弧，从而故障被自动消除。

7. 不同电压等级输电线路的接闪线设置：

（1）500kV 及以上送电线路，应全线装设双接闪线，且输电线路愈高，保护角愈小。

（2）220～330kV 线路，应全线装设双接闪线，杆塔上接闪线对导线的保护角为 20°～30°。

（3）110kV 线路沿全线装设接闪线，在雷电特别强烈地区采用双接闪线。在少雷区或雷电活动轻微的地区，可不沿线架设接闪线，但杆塔仍应随基础接地。

（二）发电厂和变电站的防雷措施

1. 采用接闪针和接闪线预防直击雷。发电厂和变电站的所有设备均处于接闪针、接闪线的保护范围内。

2. 利用接闪器来限制入侵雷电波的过电压幅值。变电站通常采用阀型接闪器。发电厂采用金属氧化物接闪器。

3. 在靠近变电站的进线，必须架设 1～2km 的接闪线保护，用于限制流经接闪器的雷电流和限制入侵波的陡度。

（三）工业建筑物和构筑物防直击雷的要求

1. 装设独立的接闪针或接闪线，保护建筑物和构筑物及突出屋面的物体。

2. 有爆炸危险气体、蒸汽或粉尘的放散管、呼吸阀、排风管等，管顶上或其附近的接闪针针尖应高出管顶 3m 以上。

3. 装设均压环，可利用电气设备的接地干线，与建筑物和构筑物内的金属结构和金属设备相连。

二、防雷装置安装要求

（一）接闪器安装要求

1. 接闪器安装前，应进行检查。接闪器组装时，各节位置符合出厂标志的编号。

2. 排气式接闪器的安装，应避免其排出的气体引起相间或对地闪络，不能喷及其他电气设备。

3. 氧化锌接闪器的接地线应用截面积不小于 $16mm^2$ 的软铜线。安装时要注意接闪器上端带电部分与电器柜体外壳或柜内其他设备的安全距离。

4. 管型接闪器与被保护设备的连接线长度不得大于 4m，安装时应避免各接闪器排出的电离气体相交而造成的短路。

（二）接闪器的试验

1. 测量接闪器的绝缘电阻。

2. 测量接闪器的泄漏电流、磁吹接闪器的交流电导电流、金属氧化物接闪器的持续电流。

3. 测量金属氧化物接闪器的工频参考电压或直流参考电压，测量 FS 型阀式接闪器的

工频放电电压。

三、接地装置的安装要求

（一）接地极的安装要求

1. 金属接地极的安装

（1）金属接地极采用镀锌角钢、镀锌钢管、铜棒或铜排等金属材料，按照一定的技术要求，通过现场加工制作而成。

（2）接地极分垂直接地极和水平接地极两种。制作安装时应符合设计的要求。

（3）挖接地线沟时应根据设计要求进行。沟的中心线与建筑物的基础或构筑物的基础距离不小于 2m，独立避雷针的接地装置与重复接地之间距离不小于 3m。

2. 接地模块的安装

（1）接地模块是导电能力优越的非金属材料，经复合加工而成。

（2）接地模块的安装除满足有关规范的规定外，还应参阅制造厂商提供的有关技术说明。通常接地模块顶面埋深不应小于 0.6m。接地模块间距不应小于模块长度的 3～5 倍。

（二）接地线的敷设要求

1. 室外接地线的安装

（1）室外接地干线与支线一般安装在沟内。安装前应按设计规定的位置先挖沟，沟的深度不得小于 0.6m，宽度不得小于 0.5m，然后将接地线埋入。

（2）接地干线与接地极的连接、接地支线与接地干线的连接应采用焊接。接地干线与支线末端应露出地面 0.5m 以上。

2. 室内接地线的安装

明线安装的接地线大多是纵横敷设在墙壁上，或敷设在母线或电缆桥架的支架上。设备连接支线需经过地面时应埋设在混凝土内。

四、爆炸和火灾危险环境的接地要求

（一）在有爆炸性气体的环境中电气设备接地的要求

1. 在有爆炸危险的环境中，电气设备的金属外壳应可靠接地。

2. 在有爆炸性气体环境 1 区内的所有电气设备以及 2 区内除照明灯具外的其他电气设备，应采用专门的接地线。

3. 接地干线应在爆炸危险区域内不同的方向不少于两处与接地体连接。

4. 电气设备的接地装置与独立的避雷针的接地装置应分开设置；与建筑物上的避雷针接地装置可合并设置。

（二）在有爆炸性粉尘环境中电气设备的接地要求

1. 有爆炸性粉尘环境内电气设备的金属外壳应可靠接地。

（1）爆炸性粉尘环境 10 区内的所有电气设备，应有专门的接地线。

（2）爆炸性粉尘环境 11 区内的所有电气设备，可利用有可靠电气连接的金属管线或金属构件作为接地线（PE 线），但不得利用输送爆炸危险物质的管道。

2. 为了提高接地的可靠性，接地干线宜在爆炸危险区域不同方向且不少于两处与接地体相连接。

（三）在有火灾危险的环境中电气设备接地要求

1. 电气设备的金属外壳应可靠接地。

2. 接地干线应有不少于两处与接地体相连。

五、防静电接地装置的要求

1. 防静电的接地装置可与防感应雷和电气设备的接地装置共同设置。只做防静电的接地装置，每一处接地体的接地电阻应符合设计规定。

2. 设备、机组、储罐、管道等的防静电接地线，应单独与接地体或接地干线相连，除并列管道外不得互相串联接地。

3. 防静电接地线的安装，应与设备、机组、储罐等固定接地端子或螺栓连接，连接螺栓不应小于M10，并有防松装置和涂以电力复合脂。

4. 容量为50m^{3}及以上的储罐，其接地点不应少于两处，且接地点的间距不应大于30m，并应在罐体底部周围对称与接地体相连，接地体应连接成环形的闭合回路。

1H413030 管道工程施工技术

1H413031 管道分类与施工程序

一、工业管道的分类

工业管道工程的类别很多，按管道的材质、输送的介质以及介质的参数（压力、温度）不同可划分为以下几类：

1. 按管道材质分类

工业管道可分为金属管道和非金属管道。其中非金属管道又可分为无机非金属材料管道和有机非金属材料管道。例如碳钢管、不锈钢管、合金钢管、铜管、铝管等金属材料管道；混凝土管、石棉水泥管、陶瓷管等无机非金属材料管道；塑料管、玻璃钢管、橡胶管等有机非金属材料管道。

2. 按管道设计压力分类

按管道设计压力可分为：真空管道、低压管道、中压管道、高压管道和超高压管道。管道工程输送介质的压力范围很广，从负压到数百兆帕。工业管道以设计压力为主要参数进行分类，见表1H413031-1。

按管道设计压力分类　　表1H413031-1

序号	类别名称	压力 P（MPa）
1	真空管道	$P<0$
2	低压管道	$0\leqslant P\leqslant 1.6$
3	中压管道	$1.6<P\leqslant 10$
4	高压管道	$10<P\leqslant 100$
5	超高压管道	$P>100$

管道在介质压力作用下，应满足以下主要要求：

（1）具有足够的机械强度，管道所用管材及附件以及接头构造，在介质压力作用下均须安全可靠，特别是高压管道，还必须处理好防振加固问题。

（2）具有可靠的密封性，保证管道及管路附件以及连接接头在介质压力作用下严密不漏，这就必须正确地选择连接方法和密封材料，合理地进行施工安装。

3. 按管道输送介质的温度分类

按管道输送介质温度可分为：低温管道、常温管道、中温管道和高温管道。工业管道输送介质的温度范围很大，可按介质温度分类，见表 1H413031-2。

按管道输送介质的温度分类 表 1H413031-2

序号	分类名称	介质工作温度 t（℃）
1	低温管道	−40 以下
2	常温管道	−40～120
3	中温管道	121～450
4	高温管道	450 以上

4. 按管道输送介质的性质分类

按管道输送介质的性质如腐蚀性、化学危险性、凝固性等的不同，共分为五类，见表 1H413031-3。

按管道输送介质的性质分类 表 1H413031-3

序号	分类名称	介质种类	对管道的要求
1	汽水介质管道	过热水蒸气、饱和水蒸气和冷热水	根据工作压力和温度进行选材，保证管道有足够的机械强度和耐热的稳定性
2	腐蚀性介质管道	硝酸、硫酸、盐酸、磷酸、苛性碱、氯化物、硫化物等	所用管材必须具有耐腐蚀的化学稳定性
3	化学危险品介质管道	毒性介质，可燃与易燃易爆介质及窒息性、刺激性、腐蚀性介质	足够的机械强度，密封性好，安全性好，放空与排泄快
4	易凝固、沉淀介质管道	重油、沥青、苯、尿素溶液	用管外保温的方法来保持介质温度
5	含有粒状物料介质的管道	一些粒状物料的水固混合物或气固混合物介质	管道受阻部件和转弯处应做成便于介质流动的形状

5. 按工业用水使用程度分类

根据《环境保护法》和《水资源法》，工业用水应按要求尽可能提高重复使用程度，以节约水资源和能源并保护环境。按使用程度的不同，分为源水管道、重复用水管道、循环用水管道，见表 1H413031-4。

按工业用水使用程度分类 表 1H413031-4

序号	分类名称	使用程度	处理标准
1	源水管道	使用一次	按用水标准处理
2	重复用水管道	使用多次	按水质水温标准处理
3	循环用水管道	无限循环使用	同上

二、工业管道的施工程序

（一）工业管道安装的施工程序

管道安装工程一般施工程序如图 1H413031 所示。

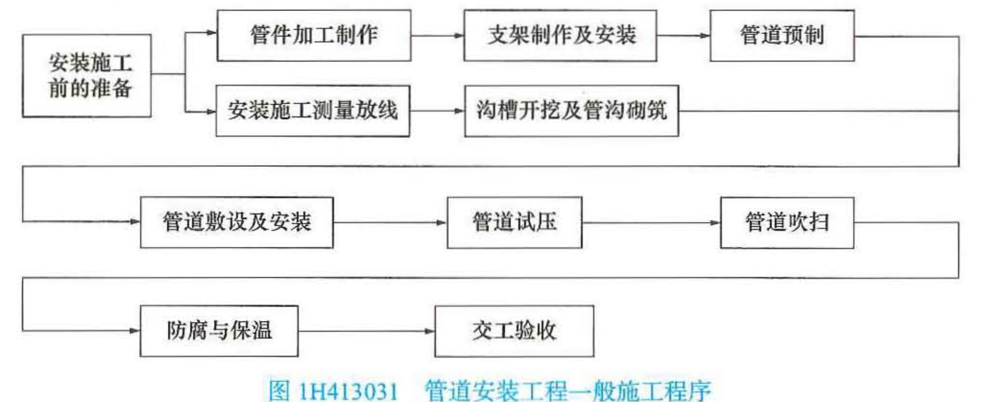


图 1H413031 管道安装工程一般施工程序

(二)工业金属管道安装要求

1. 与管道安装有关的土建工程、钢结构工程经检查合格,满足安装要求并办理了交接手续。临时供水、供电、供气等设施已满足安装施工要求。

2. 与管道连接的设备已找正合格、固定完毕,标高、中心线、管口方位符合设计要求。

3. 管道元件的产品合格证、质量证明文件原件和具有产品检验资格的检测单位出具并签字盖章的材料复检、试验报告;管材及焊接材料质量证明文件等。管道组成件及管道支承件等已检验合格。

4. 用于管道施工的主要材料、辅助材料已经全部落实并满足施工进度计划要求。管子、管件、阀门等内部已清理干净,无杂物,其质量应符合设计文件的要求。

5. 在管道安装前完成有关工序。例如,管道脱脂、内部防腐与衬里等已施工完毕,管口已按照规范要求进行有效防护。

6. 用于管道施工的机械、工器具等经全面检查安全可靠,计量器具经检定合格并在有效期内。

7. 无损检测和焊后热处理的管道,在管道轴测图上准确标明焊接工艺信息。例如,焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、无损检测方法、无损检测焊缝位置、焊缝补焊位置、热处理和硬度检验的焊缝位置、检测时间等。

1H413032 管道施工技术要求

一、工业管道安装技术要求

(一)工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

1. 基本识别色

根据管道所输送介质的一般性能,基本识别色分为八类。例如:水是艳绿色,水蒸气是大红色,空气是淡灰色,气体是中黄色,酸或碱是紫色,可燃液体是棕色,其他液体是黑色,氧是淡蓝色。

2. 识别符号

工业管道的识别符号由物质名称、流向和主要工艺参数等组成。

3. 危险标识

凡属危险化学品应设置危险标识。标识方法是在管道基本标识色的标识上或附近涂

150mm 宽黄色，在黄色两侧各涂 25mm 宽黑色的色环或色带。工业生产中的消防专用管道应在管道上标识“消防专用”识别符号。

（二）工业金属管道安装前的检验

1. 管道元件及材料的检验

（1）管道元件及材料应有取得制造许可的制造厂的产品质量证明文件。

1）产品质量证明文件应符合国家现行材料标准、管道元件标准、专业施工规范和设计文件的规定。

2）管子、管件的产品质量证明文件包括的内容应符合要求。产品质量证明文件包括产品合格证和质量证明书。质量证明文件应盖有制造单位质量检验章。实行监督检验的管道元件，还应提供特种设备检验检测机构出具的监督检验证书。产品合格证一般包括的内容：产品名称、编号、规格型号、执行标准等；质量证明书除包括产品合格证的内容外还应包括以下内容：材料化学成分、材料以及焊接接头力学性能、热处理状态、无损检测结果、耐压试验结果、型式检验结果、产品标准或合同规定的其他检验项目、外协的半成品或成品的质量证明。

3）当对管道元件或材料的性能数据或检验结果有异议时，在异议未解决之前，该批管道元件或材料不得使用。例如，质量证明文件的性能数据不符合相应产品标准和订货技术条件；对质量证明文件的性能数据有异议；实物标识与质量证明文件标识不符；要求复检的材料未经复检或复检不合格等。

（2）使用前核对管道元件及材料的材质、规格、型号、数量和标识，进行外观质量和几何尺寸的检查验收。外观质量应不存在裂纹、凹陷、孔洞、砂眼、重皮、焊缝外观不良、严重锈蚀和局部残损等不允许缺陷，几何尺寸检查是主要尺寸的检查，例如：直径、壁厚、结构尺寸等。管道元件及材料的标识应清晰完整，能够追溯到产品的质量证明文件，对管道元件和材料应进行抽样检验。

（3）铬钼合金钢、含镍合金钢、镍及镍合金钢、不锈钢、钛及钛合金材料的管道组成件，应采用光谱分析或其他方法对材质进行复查，并做好标识。材质为不锈钢、有色金属的管道元件和材料，在运输和储存期间不得与碳素钢、低合金钢接触。

（4）设计文件规定进行低温冲击韧性试验的管道元件和材料，其试验结果不得低于设计文件的规定。例如，进行晶间腐蚀试验的不锈钢、镍及镍合金钢的管道元件和材料，供货方应提供低温冲击韧性、晶间腐蚀性试验结果的文件，其试验结果不得低于设计文件的规定。

（5）GC1 级管道的管子、管件在使用前采用外表面磁粉或渗透无损检测抽样检验，要求检验批应是同炉批号、同型号规格、同时到货。

（6）输送毒性程度为极度危害介质或设计压力大于或等于 10MPa 管道的管子、管件，对人民生命财产安全和人身健康影响很大，所以规定其管子及管件在使用前采用外表面磁粉或渗透无损检测抽样检验，经磁粉或渗透检测发现的表面缺陷应进行修磨，修磨后的实际壁厚不得小于管子名义壁厚的 90%，且不得小于设计壁厚。

2. 阀门检验

（1）阀门外观检查。阀门应完好，开启机构应灵活，阀门应无歪斜、变形、卡涩现象，标牌应齐全。

（2）阀门应进行壳体压力试验和密封试验：

1）阀门壳体试验压力和密封试验应以洁净水为介质，不锈钢阀门试验时，水中的氯离子含量不得超过 25ppm（25×10^{-6}）。

2）阀门的壳体试验压力为阀门在 20℃时最大允许工作压力的 1.5 倍，密封试验为阀门在 20℃时最大允许工作压力的 1.1 倍，试验持续时间不得少于 5min，无特殊规定时，试验温度为 5～40℃，低于 5℃时，应采取升温措施。

3）安全阀的校验应按照《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001—2006 和设计文件的规定进行整定压力调整和密封试验，委托有资质的检验机构完成，安全阀校验应做好记录、铅封，并出具校验报告。

（三）管道安装技术要点

1. 一般要求

（1）管道切割及坡口加工时，不锈钢管道应使用专用工具进行，不可与碳钢管加工工具混用；不锈钢管道吊装时，应使用尼龙吊装带，禁止用钢丝绳直接吊装不锈钢管段。

（2）管道使用的阀门、仪表等，安装前根据设计要求进行强度和密封性试验，调试合格。不合格的产品严禁安装，符合安装要求的产品应附有合格证书。

（3）管道安装前，应按照图纸进行测量放线，确认现场实际与图纸无误后再进行安装；管道安装时，应对照管道预制分段图进行。对留有调整段的，应按照现场实际进行测量，根据实测数据切割所需的调整尺寸。

（4）管段安装前，应检查管道内部清洁度。如发现管内有脏物，应先进行吹扫或用其他方法将管内清洁干净，方可对管段进行组对、焊接。

2. 管道敷设及连接

（1）管道的坡度、坡向及管道组成件的安装方向符合设计要求。

（2）埋地管道安装应在支承地基或基础检验合格后进行；埋地管道防腐层的施工应在管道安装前进行，在管道焊接连接处需预留 100～200mm 长度，待管道安装完毕且试压合格（如焊口的焊接质量需要进行探伤检测的，还必须完成此项工作）后再进行局部防腐处理。

（3）管道连接时，不得强力对口，端面的间隙、偏差、错口或不同心等缺陷不得采用加热管子、加偏垫等方法消除。

（4）管道采用法兰连接时，法兰密封面及密封垫片不得有划痕、斑点等缺陷；法兰连接应与钢制管道同心，螺栓应能自由穿入，法兰接头的歪斜不得用强紧螺栓的方法消除；法兰连接应使用同一规格螺栓，安装方向应一致，螺栓应对称紧固。管道试运行时，热态紧固或冷态紧固应符合下列规定：

1）钢制管道热态紧固、冷态紧固温度应符合规范要求，如工作温度大于 350℃时，一次热态紧固温度为 350℃，二次热态紧固温度为工作温度；如工作温度低于 −70℃时，一次冷态紧固温度为 −70℃，二次冷态紧固温度为工作温度。

2）热态紧固或冷态紧固应在达到工作温度 2h 后进行。

3）紧固螺栓时，钢制管道最大内压应根据设计压力确定。当设计压力小于或等于 6.0MPa 时，热态紧固最大内压应为 0.3MPa；当设计压力大于 6.0MPa 时，热态紧固最大内压应为 0.5MPa。冷态紧固应在卸压后进行。

4）紧固时，应有保护操作人员安全的技术措施。

（5）螺纹管道安装前，螺纹部分应清洗干净，并进行外观检查，不得有缺陷。密封面及密封垫的光洁度应符合要求，不得有影响密封性能的划痕、锈蚀斑点等缺陷，用于螺纹的保护剂或润滑剂应适用于工况条件，并对输送的流体或管道材料均不应产生不良影响。

（6）管道与大型设备或动设备连接（如空压机、制氧机、汽轮机等），应在设备安装定位并紧固地脚螺栓后进行。无论是焊接还是法兰连接，连接时都不应使动设备承受附加外力。

例如，管道与机械设备连接前，应在自由状态下检验法兰的平行度和同轴度，偏差应符合规定要求。管道与机械设备最终连接时，应在联轴节上架设百分表监视机械设备位移（主要观测垂直方向的位移）。管道试压、吹扫合格后，应对该管道与机器的接口进行复位检验。管道安装完成后，机械设备不得承受设计以外的附加应力。

（7）大型储罐的管道与泵或其他有独立基础的设备连接，应在储罐液压（充水）试验合格后安装，或在储罐液压（充水）试验及基础初阶段沉降后，再进行储罐接口处法兰的连接。

（8）伴热管及夹套管安装应符合下列规定：

1）伴热管与主管平行安装，并应能自行排液。当一根主管需多根伴热管伴热时，伴热管之间的相对位置应固定。

2）不得将伴热管直接点焊在主管上；对不允许与主管直接接触的伴热管，在伴热管与主管间应设置隔离垫；伴热管经过主管法兰、阀门时，应设置可拆卸的连接件。

3）夹套管外管剖切后安装时，纵向焊缝应设置于易检修部位。

4）夹套管支承块的材质应与主管内管的材质相同，支承块不得妨碍管内介质流动。

（9）防腐蚀衬里管道安装应采用软质或半硬质垫片，安装时，不得施焊、加热、碰撞或敲打。搬运和堆放衬里管段及管件时，应避免强烈振动或碰撞。对于有衬里的管道组成件，存放环境要适宜。

例如，采用橡胶、塑料、纤维增强塑料、涂料等衬里的管道组成件，应存放在温度为5～40℃的室内，并应避免阳光和热源的辐射。

（10）对于非金属管道的连接，在编制连接作业工艺文件前应咨询生产厂家。由于不同厂家生产的管子和管件的性能可能存在差异，因此在编制连接作业工艺文件前应向生产厂家进行咨询。由于施工环境对非金属管道的连接质量有较大影响，因此应尽量避免在温度过高或过低、大风等恶劣环境下施工，并避免强烈阳光直射。

例如，电熔连接和热熔连接时，连接机具的工作环境温度应为 -10～40℃，缠绕连接时，环境温度不宜低于 5℃，密封圈承插连接时不得使用冻硬的橡胶圈。

3. 管道保护套管安装

管道穿越道路、墙体、楼板或构筑物时，应加套管或砌筑涵洞进行保护。刚性套管分为一般刚性套管和防水刚性套管，其安装时的要求：

（1）管道焊缝不应设置在套管内。

（2）穿越墙体的套管长度不得小于墙体厚度。

（3）穿越楼板的套管应高出楼面 30～50mm。

（4）穿越屋面的套管应设置防水肩和防水帽。

（5）管道与套管之间应填塞对管道无害的不燃材料。

（6）一般刚性套管管壁厚度不得小于 1.6mm。

（7）套管安装完成后，需对其安装位置、标高进行复核并办理隐蔽验收。

（8）需对套管两端口做临时封堵措施，避免混凝土浇筑时进入套管内。

4. 阀门安装

阀门安装应符合下列规定：

（1）阀门安装前，应按设计文件核对其型号，并应按介质流向确定其安装方向；检查阀门填料，其压盖螺栓应留有调节裕量。

（2）当阀门与金属管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装；以焊接方式连接时，阀门应在开启状态下安装，对接焊缝底层宜采用氩弧焊。当非金属管道采用电熔连接或热熔连接时，接头附近的阀门应处于开启状态。

（3）安全阀应垂直安装；安全阀的出口管道应接向安全地点；在安全阀的进、出管道上设置截止阀时，应加铅封，且应锁定在全开启状态；在管道系统安装完成进行压力试验时，安全阀须采取隔离措施，避免损坏安全阀，破坏其技术参数。

5. 支、吊架安装

支、吊架安装应符合下列规定：

（1）支、吊架安装位置应准确，安装应平整牢固，与管子接触应紧密。管道安装时，应及时固定和调整支、吊架。固定支架应按设计文件要求或标准图安装，并应在补偿器预拉伸之前固定。

（2）无热位移的管道，其吊杆应垂直安装。有热位移的管道，吊点应设在位移的相反方向，按位移值的 1/2 偏位安装。两根有热位移的管道不得使用同一吊杆。在热负荷运行时，应及时对支、吊架进行检查与调整。

（3）导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整，不得有歪斜和卡涩现象。其安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移，偏移量应为位移值的 1/2 或符合设计文件规定，绝热层不得妨碍其位移。

（4）弹簧支、吊架的弹簧高度，应按设计文件规定安装，弹簧应调整至冷态值，并做记录。弹簧的临时固定件，如定位销（块），应待系统安装、试压、绝热完毕后方可拆除。

（5）吊架的固定点如果设置在混凝土梁上时，在小梁上的固定点位置，其距离梁底部的距离应大于 100mm；在大梁上的固定点位置，应设置在梁垂直中心线上部。

6. 静电接地安装

静电接地安装应符合下列规定：

（1）有静电接地要求的管道，各段管子间应导电。例如，每对法兰或螺纹接头间电阻值超过 0.03Ω 时，应设导线跨接。管道系统的接地电阻值、接地位置及连接方式按设计文件的规定进行，静电接地引线宜采用焊接形式。

（2）有静电接地要求的不锈钢和有色金属管道，导线跨接或接地引线不得与管道直接连接，应采用同材质连接板过渡。

（3）静电接地安装完毕后，必须进行测试，电阻值超过规定时，应进行检查与调整。

（四）热力管道安装要求

1. 架空敷设或地沟敷设

热力管道通常采用架空敷设或地沟敷设。为了便于排水和放气，管道安装时均应设置坡度，室内管道的坡度为 0.002，室外管道的坡度为 0.003。蒸汽管道的坡度应与介质流向相同，以避免噪声。每段管道最低点要设排水装置，最高点应设放气装置，与其他管道共架敷设的热力管道，如果常年或季节性连续供气的可不设坡度，但应加设疏水装置。疏水器应安装在以下位置：管道的最低点可能集结冷凝水的地方，流量孔板的前侧及其他容易积水处。

2. 补偿装置安装要求

（1）各种类型的补偿装置安装应符合设计文件、产品技术文件和有关标准的要求，如波纹管膨胀节在安装时应按照设计文件进行预拉伸或预压缩；填料式补偿器应按照设计文件规定的安装长度及温度变化，经有关计算确定剩余收缩量；等等。

（2）补偿器竖直安装要求。如管道输送的介质是热水，应在补偿器的最高点安装放气阀，在最低点安装放水阀。如果输送的介质是蒸汽，应在补偿器的最低点安装疏水器或放水阀。

（3）两个补偿器之间（一般为 20～40m）以及每一个补偿器两侧（指远的一端）应设置固定支架。固定支架受力很大，安装时必须牢固。两个固定支架的中间应设导向支架，导向支架应保证使管子沿着规定的方向作自由伸缩。补偿器两侧的第一个支架应为活动支架，设置在距补偿器弯头弯曲起点 0.5～1m 处，此处不得设置导向支架或固定支架。

3. 支架、托架安装

（1）管道的底部应用点焊的形式装上高滑动托架，托架高度稍大于保温层的厚度，安装托架两侧的导向支架时，要使滑槽与托架之间有 3～5mm 的间隙。

（2）安装导向支架和活动支架的托架时，应考虑支架中心与托架中心一致，不能使活动支架热胀后偏移，靠近补偿器两侧的几个支架安装时应装偏心，其偏心的长度应是该点距固定点的管道热伸量的一半。偏心的方向都应以补偿器的中心为基准。

（3）弹簧支架一般装在有垂直膨胀伸缩而无横向膨胀伸缩之处，安装时必须保证弹簧能自由伸缩。弹簧吊架一般安装在垂直膨胀的横向、纵向均有伸缩处。吊架安装时，应偏向膨胀方向相反的一边。

二、管道工厂化预制技术

（一）管道工厂化预制的优点及应用

1. 管道工厂化预制的优点

管道工厂化预制是一种从原料到成品或半成品的加工技术，是以工厂化运作为主要特点，根据确定的预制内容，由固定的人员、技术图纸要求、技术规程、操作规程、检验方法、制度来完成的预制工作。为缩短施工工期、提高工程安全、提高安装质量、降低工程成本提供了强有力的技术支持，将是安装工程未来发展的方向。

2. 管道工厂化预制技术应用

适用于民用、工业建设项目，特别适合中、大型建筑机电管道安装工程。随着管道工厂化预制技术的日渐成熟运用，越来越多的工程建设将应用此项技术，前景十分广阔。

3. 管道工厂化预制技术的适用范围

管道工厂化预制技术，其通常应用于管径 DN100～DN600 的碳钢、不锈钢以及合金钢等材质的管道预制，在完成预制后，要确保其长度不超过 15m，并保证吊装的回转半径不超过 7m。如果是超过 DN600 的管道，若进行预制，会使运输成本变高，还会在一定程度上提升吊装的成本。

（二）管道工厂化预制的特点及流程

1. 管道工厂化预制的特点

工厂预制的特点：有固定的生产场所、设备、人员、规章制度等，在其工厂内进行预制工作，应具有设备齐全、人员精干、高效运转的特点。从原材料到成品或半成品是工厂化预制技术的终极目标，所有预制均在工厂内完成，实现配送制，满足现场装配安装的条件。

2. 管道工厂化预制的流程

管道工厂化预制，将一个或数个管道预制组合件（管段）在项目所在地或异地建起的工厂或预制场内经过管段下料、坡口加工、焊接、热处理、检验、标记、清理、油漆和防护等工序，制造出管道产品，将预制好的管段送往现场各个单元或装置区进行现场组装、焊接，形成一个整体。

（三）管道工厂化预制的主要技术内容

1. 确定预制内容，深化设计图纸

（1）确定预制内容

管道安装涉及的预制，主要是根据管道用途、技术要求的不同以及连接方式和安装工艺，确定预制的对象和可预制的程度，结合工程现状进行实测，通过图纸深化设计手段，进行加工图设计，分别绘制各预制件系统单线图、管段分类编号、装配图，满足不同阶段（预制、仓储、运输配送、现场装配）的需求，供预制工厂（场）依图加工。

（2）深化设计图纸

绘制准确的管道预制加工图是管道预制的一个关键工作。预制加工图是管道预制的依据，应包括管道轴测图和设计说明等。工业管道工程项目可采用 BIM 技术，用三维模型进行相关各专业的管线综合设计，导出的管段单线图为管道工厂化预制提供加工依据。对加工图设计的要求有：

1）简要性：应严格按照施工深化图、单线图以及现场实测尺寸出具加工图。

2）准确性：图纸要清晰、技术要求标准明确，分段合理（由主到次、由大到小、由系统到局部依次拆分）。

3）清晰性：加工管段的管段编号、配件编号、口径标注、尺寸标注要逐一对应，不得混乱不清。材料明细表应与加工图一一对应。

4）可追溯性：加工图审定后，应存档，以便今后复核审查，对有修改的部分，应重新出具加工图，并再次存档备查；对已经完成的半成品或者成品进行收发登记、入库标准化管理，力争做到科学计划、规范使用。

2. 制定预制工艺

（1）制定流水预制操作工艺。根据管道不同的连接方式，确定预制工艺。从管道下料（机械切断、火焰切割等）、管道加工（套丝、滚槽、坡口等）、连接（螺纹、焊接、粘结等）、检验（尺寸复测、试压等）、涂装、标识编号、仓储等工序工况考虑。

（2）选用预制工艺设备。根据确定的预制工艺，按照实用、高效的原则，选用预制需用的工艺设备。

3. 规划预制场地

（1）预制场地的确定。根据工程规模、预制工艺流程、选定的设备情况，进行预制场地的选址、需用面积的确定，并合理布置设备。

（2）预制模块的布置。根据连接方式的不同，选择相应规模的预制场地进行预制模块的布置，如：原料存储复检模块、下料切割模块、螺纹加工连接模块、焊接组对连接模块、质量检测模块、试压试验模块、标识认知模块、成品仓储模块等。

（3）预制设备的定位布置。根据各功能模块的需求，进行预制设备的定位布置，确定操作工位，形成流水生产线。

4. 实施预制及质量检查

（1）依据设计文件的规定，购置相应的管道预制材料，其质量不得低于国家现行标准和设计文件的规定。

（2）原材料经过下料、煨弯、坡口加工、组对、焊接、热处理、化学清洗和缺陷处置等操作，制造出符合设计文件的管道组成件或管段。

（3）依据规定对管道组成件或管段进行各项检验和试验。

5. 防护和包装

对预制成品内外表面采用适当的方法清理后，进行必要的标记，然后施以油漆与防护，并对预制成品管段进行适当的包装，防止储存和运输中互相碰撞和变形。

三、长输管道施工程序

长输管道是指产地、储存库、用户间的长距离输送油、气介质的管道。

（一）长输管道施工前的准备工作

1. 技术准备。进行图纸会审、设计交底及技术交底工作。进行施工组织设计、施工方案及质量、健康、安全、环境保护措施的编审工作。

2. 人力资源准备。组建施工项目部，配置满足需要的施工管理人员和施工作业人员。组织主要工种的人员培训、考试取证。

3. 机具设备准备。完成施工机具设备配置。完成施工机具设备的检修维护。完成具体工程的专用施工机具制作。

4. 物资准备。施工主要材料的储存应能满足连续作业要求。做好物资采购、验证、运输、保管工作。

5. 现场准备。办理施工相关手续。施工用地应满足作业要求。完成现场水、路、电、通信、场地平整及施工临时设施的准备工作。

（二）长输管道施工程序

长输管道一般采用埋地弹性敷设方式。弹性敷设是指管道在外力或自重作用下产生弹性弯曲变形，利用这种变形进行管道敷设的一种方式。按照一般地段施工的方法，其主要施工程序是：线路交桩→测量放线→施工作业带清理及施工便道修筑→管道运输→管沟开挖→布管→清理管口→组装焊接→焊接质量检查与返修→补口检漏补伤→吊管下沟→管沟回填→三桩埋设→阴极保护→通球试压测径→管线吹扫、干燥→连头（碰死口）→地貌恢复→水工保护→竣工验收。

1H413033　管道试压技术要求

一、工业管道系统试验的主要类型及试验前应具备的条件

（一）工业管道系统试验的主要类型

根据管道系统不同的使用要求，主要有压力试验、泄漏性试验、真空度试验。

1. 压力试验

以液体或气体为介质，对管道逐步加压到试验压力，以检查管道系统的强度和严密性。

2. 泄漏性试验

在设计压力下，采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他专门手段等检查管道系统中的泄漏点。

3. 真空度试验

对管道抽真空，使管道系统内部成为负压，以检验管道系统在要求时间内的增压率，检验管道系统的严密性。

（二）管道系统试验前应具备的条件

1. 试验范围内的管道及附件安装质量合格。

2. 试验方案已经过批准，并已进行了安全技术交底。在压力试验前，相关资料已经建设单位和有关部门复查。例如，管道元件的质量证明文件、管道组成件的检验或试验记录、管道安装和加工记录、焊接检查记录、检验报告和热处理记录、管道轴测图、设计变更及材料代用文件。

3. 管道上的膨胀节的处理。管道上的膨胀节已设置了临时约束装置。

4. 试验用压力表已经校验合格并在检验周期内，其精度不得低于 1.6 级，表的满刻度值应为被测最大压力的 1.5～2 倍，压力表不得少于两块。

5. 管道的加固、回路分割、元件隔离

管道已按试验方案进行了加固。待试管道与无关系统已用盲板或其他隔离措施隔开。当设计未考虑充水负荷或生产不允许痕迹水存在时，经建设单位批准后，方得以按规定的气压试验代替液压试验。

管道上的安全阀、爆破片及仪表元件等已拆下或加以隔离。

二、管道压力试验的规定及实施要点

（一）管道压力试验的一般要求

压力试验是以液体或气体为介质，对管道逐步加压到试验压力，以检验管道强度和严密性的试验。其有关规定如下：

1. 试验介质的要求

压力试验宜以液体为试验介质，当管道的设计压力小于或等于 0.6MPa 时，可采用气体为试验介质，但应采取可靠、有效的安全措施。当管道材质为不锈钢管、镍及镍合金管道，或对连有不锈钢管、镍及镍合金管道或设备的管道，液体中氯离子含量不得超过 25ppm（25×10^{-6}）。

2. 试验压力的要求

管道安装完毕，热处理和无损检测合格后，才能进行压力试验。进行压力试验时，要划定禁区，无关人员不得进入。

3. 脆性材料试验要求

脆性材料严禁使用气体进行试验，压力试验温度严禁接近金属材料的脆性转变温度。

4. 试验过程发现泄漏的处理规定

试验过程发现泄漏时，不得带压处理。消除缺陷后应重新进行试验。

5. 试验完毕后的相关要求

（1）试验结束后，应及时拆除盲板、膨胀节临时约束装置。

（2）试验介质的排放应符合环保要求。如果试验介质中加有化学药品，则排放时必须由有资质的专业单位来进行收集、运输、处理。

（3）压力试验完毕，不得在管道母材上进行修补、钻孔或焊接。

（4）当在管道上进行修补或增添物件时，应重新进行压力试验。经设计或建设单位同意，对采取了预防措施并能保证结构完好的小修和增添物件，可不重新进行压力试验。

（5）压力试验合格后，应填写“管道系统压力试验和泄漏性试验记录”，相关单位及人员须签字认可。

（二）管道压力试验的替代形式及要求

1. 气压试验代替液压试验

当管道的设计压力大于 0.6MPa 时，设计和建设单位认为液压试验不切实际时，可按规定的气压试验代替液压试验。

2. 液压试验代替气压试验的规定

用液压试验代替气压试验时，应经过设计和建设单位同意并符合规定。

3. 代替现场压力试验的方法

（1）现场条件不允许进行液压和气压试验时，当水压试验会损害衬里或内部保温，会使生产过程污染、造成腐蚀，当设计未考虑充水负荷或生产不允许痕迹水存在时，经建设单位批准后，方得以按规定的气压试验代替液压试验。

（2）受潮无法操作，环境温度低招致脆裂，且由于低温又不能进行气压试验时，经过设计和建设单位同意，可同时采用下列方法代替现场压力试验：

1）所有环向、纵向对接焊缝和螺旋缝焊缝应进行 100% 射线检测和 100% 超声检测。

2）除环向、纵向对接焊缝和螺旋缝焊缝以外的所有焊缝（包括管道支承件与管道组成件连接的焊缝）应进行 100% 渗透检测或 100% 磁粉检测。

3）由设计单位进行管道系统的柔性分析。

4）管道系统采用敏感气体或浸入液体的方法进行泄漏试验，试验要求应在设计文件中明确规定。

5）未经液压和气压试验的管道焊缝和法兰密封部位，可在生产车间配备相应的预保压密封夹具进行车间试压。

（三）管道系统试验的实施要点

1. 管道液压试验的实施要点

（1）液压试验应使用洁净水，对不锈钢管、镍及镍合金管道，或对连有不锈钢管、镍及镍合金管道或设备的管道，水中氯离子含量不得超过 25ppm（25×10^{-6}）。

（2）试验前，注入液体时应排尽空气。

（3）试验时环境温度不宜低于 5℃，当环境温度低于 5℃时应采取防冻措施。

（4）管道的试验压力应符合设计规定。设计无规定时，应符合施工所采用的标准的规定。一般的常温介质管道常用的试验压力可按照：承受内压的地上钢管道及有色金属管道试验压力应为设计压力的 1.5 倍，埋地钢管道的试验压力应为设计压力的 1.5 倍，且不得低于 0.4MPa。

（5）管道与设备作为一个系统进行试验时，当管道的试验压力等于或小于设备的试验压力时，应按管道的试验压力进行试验；当管道试验压力大于设备的试验压力，并无法将管道与设备隔开，以及设备的试验压力大于按《工业金属管道工程施工规范》GB 50235—2010 计算的管道试验压力的 77% 时，经设计或建设单位同意，可按设备的试验压力进行试验。

（6）试验应缓慢升压，待达到试验压力后，稳压 10min，再将试验压力降至设计压力，稳压 30min，检查压力表有无压降、管道所有部位有无渗漏和变形。例如：

1）某高炉工艺管道安装工程管道安装完毕后，按设计规定对管道系统进行强度试验，以检查管道系统各连接部位的工程质量。管道强度试验采用液压试验。液压试验用洁净水进行，系统注水时，应将空气排尽。

2）当液压试验环境温度低于 5℃时，应采取防冻措施。对位差较大的管道，应计入试验介质的静压力，液体管道的试验压力以最高点的压力为准，但最低点的压力不得超过管道组成件的承受能力。液压试验，升压应缓慢，达到试验压力后，稳压 10min，再将试验压力降至设计压力，稳压规定时间内，以压力表无压降、管道所有部位无泄漏、变形为合格。

2. 管道气压试验的实施要点

气压试验是根据管道输送介质的要求，选用气体介质进行的压力试验。采用的气体为干燥洁净的空气、氮气或其他不易燃和无毒的气体。实施要点如下：

（1）承受内压钢管及有色金属管道试验压力应为设计压力的 1.15 倍，真空管道的试验压力应为 0.2MPa。

（2）试验时应装有压力泄放装置，其设定压力不得高于试验压力的 1.1 倍。

（3）试验前，应用试压气体介质进行预试验，试验压力宜为 0.2MPa。

（4）试验时，应缓慢升压，当压力升至试验压力的 50% 时，如未发现异常或泄漏，继续按试验压力的 10% 逐级升压，每级稳压 3min，直至试验压力。应在试验压力下稳压 10min，再将压力降至设计压力，采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他手段检验无泄漏为合格。

3. 管道泄漏性试验的实施要点

泄漏性试验是以气体为试验介质，在设计压力下，采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他手段检查管道系统中泄漏点的试验。实施要点如下：

（1）输送极度和高度危害介质以及可燃介质的管道，必须进行泄漏性试验。

（2）泄漏性试验应在压力试验合格后进行，试验介质宜采用空气、氮气或其他不易燃和无毒的气体。

（3）泄漏性试验压力为设计压力。

（4）泄漏性试验可结合试车一并进行。

（5）泄漏性试验应逐级缓慢升压，当达到试验压力，并且停压 10min 后，采用涂刷中

性发泡剂等方法巡回检查阀门填料函、法兰或者螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等所有密封点无泄漏为合格。

4. 管道真空度试验的实施要点

真空度试验是对管道系统抽真空，使管道系统内部形成负压，以管道系统在规定时间内的增压率符合规定为合格，以此检验管道系统的严密性。实施要点如下：

（1）真空系统在压力试验合格后，还应按设计文件规定进行 24h 的真空度试验。

（2）真空度试验按设计文件要求，对管道系统抽真空，达到设计规定的真空度后，关闭系统，24h 后系统增压率不应大于 5%。

1H413034 管道吹洗技术要求

一、工业管道吹洗的规定及实施要点

（一）工业管道吹洗的规定

1. 吹扫与清洗方案的编制

管道系统压力试验合格后，应进行吹扫与清洗（吹洗）。吹洗前应编制吹扫与清洗方案。吹扫与清洗方案应包括以下内容：

（1）吹洗程序、吹洗方法、吹洗介质、吹洗设备的布置；

（2）吹洗介质的压力、流量、流速的操作控制方法；

（3）检查方法、合格标准；

（4）安全技术措施及其他注意事项。

2. 管道吹扫与清洗方法

管道吹扫与清洗方法应根据对管道的使用要求、工作介质、系统回路、现场条件及管道内表面的脏污程度确定。吹洗方法的选用应符合施工规范的规定。例如：

（1）公称直径大于或等于 600mm 的液体或气体管道，宜采用人工清理；

（2）公称直径小于 600mm 的液体管道宜采用水冲洗；

（3）公称直径小于 600mm 的气体管道宜采用压缩空气吹扫；

（4）蒸汽管道应采用蒸汽吹扫；

（5）非热力管道不得采用蒸汽吹扫。

3. 吹洗的顺序及清洗排放的要求

（1）管道吹洗前应仔细检验管道支、吊架的牢固程度，对有异议的部位应进行加固，对不允许吹洗的设备及管道应进行隔离。

（2）吹洗的顺序应按主管、支管、疏排管依次进行。

（3）清洗排放的脏液不得污染环境，严禁随地排放。吹洗出的脏物，不得进入已吹洗合格的管道。管道吹洗合格并复位后，不得再进行影响管内清洁的其他作业。

（4）吹扫时应设置安全警戒区域，吹扫口处严禁站人。蒸汽吹扫时，管道上及其附近不得放置易燃物。

4. 管道吹洗合格后的检查确认

管道吹洗合格后，应由施工单位会同建设单位或监理单位共同检查确认，并应填写“管道系统吹扫与清洗检查记录”及“管道隐蔽工程（封闭）记录”。

（二）实施要点

1. 水冲洗实施要点

（1）水冲洗应使用洁净水。冲洗不锈钢管、镍及镍合金钢管道，水中氯离子含量不得超过 25ppm（25×10^{-6}）。

（2）水冲洗流速不得低于 1.5m/s，冲洗压力不得超过管道的设计压力。

（3）水冲洗排放管的截面积不应小于被冲洗管截面积的 60%，排水时不得形成负压。

（4）水冲洗应连续进行，当设计无规定时，以排出口的水色和透明度与入口水目测一致为合格。管道水冲洗合格后，应及时将管内积水排净，并应及时吹干。

2. 空气吹扫实施要点

（1）宜利用生产装置的大型空压机或大型储气罐，进行间断性吹扫。吹扫压力不得大于系统容器和管道的设计压力，吹扫流速不宜小于 20m/s。

（2）吹扫忌油管道时，气体中不得含油。吹扫过程中，当目测排气无烟尘时，应在排气口设置贴有白布或涂刷白色涂料的木制靶板检验，吹扫 5min 后靶板上无铁锈、尘土、水分及其他杂物为合格。

3. 蒸汽吹扫实施要点

（1）蒸汽管道吹扫前，管道系统的绝热工程应已完成。

（2）蒸汽管道应以大流量蒸汽进行吹扫，流速不小于 30m/s，吹扫前先行暖管、及时疏水，检查管道热位移。

（3）蒸汽吹扫应按加热→冷却→再加热的顺序循环进行，并采取每次吹扫一根，轮流吹扫的方法。

4. 油清洗实施要点

机械设备的润滑、密封、控制系统的油管道，应在设备及管道酸洗合格后，系统试运转前进行油冲洗。不锈钢管油系统管道，宜采用蒸汽吹净后进行油清洗。实施要点如下：

（1）油清洗应采用循环的方式进行。每 8h 应在 40～70℃内反复升降油温 2～3 次，并及时更换或清洗滤芯。

（2）当设计文件或产品技术文件无规定时，管道油清洗后采用滤网检验。

（3）油清洗合格后的管道，采取封闭或充氮保护措施。

5. 化学清洗实施要点

需要化学清洗的管道，其清洗范围和质量要求应符合设计文件的规定。实施要点如下：

（1）当进行管道化学清洗时，应与无关设备及管道进行隔离。

（2）化学清洗液的配方应经试验鉴定后再采用。

（3）管道酸洗钝化应按脱脂去油、酸洗、水洗、钝化、水洗、无油压缩空气吹干的顺序进行。当采用循环方式进行酸洗时，管道系统应预先进行空气试漏或液压试漏检验合格。

（4）对不能及时投入运行的化学清洗合格的管道，应采取封闭或充氮保护措施。

二、大管道闭式循环冲洗技术

（一）闭式冲洗工艺及适用范围

1. 冲洗原理

所谓闭式循环冲洗，就是利用水在管内流动的动力和紊流的涡旋及水对杂物的浮力，

迫使管内杂质在流体中悬浮、移动，从而使杂质由流体带出管外或沉积于除污短管内。

2. 冲洗工艺

先将贮水池或贮水箱及管网内全部装满水，开启冲洗循环水泵（或管网加压水泵），从水池中抽水，过滤后注入管道，水流在管道内强制流动，排放到水池，经过过滤，再抽入管内，反复循环，当水池中回收的污水中杂质无显著增多时，换清水后反复循环，再进行反复净水循环，直至经化验合格，期间多次清理除污短管内的杂物，可以缩短管道达到合规状况所用的冲洗时间。在管道冲洗化验合格后，还要对除污短管进行最终清理。

3. 适用范围

闭式循环冲洗技术应用过程省水、省电、省时、节能环保，适用范围广，经济效益显著。适用于城市供热管网、供水管网，适用于各种以水为冲洗介质的工业、民用的管网冲洗。

（二）冲洗实施要点

1. 冲洗系统的设计

根据管段系统的设计图纸，将主干线、支线做系统的水力学计算，求出：连通管直径、冲洗速度、冲洗长度、系统沿程和局部阻力总损失、泵扬程和流量、贮水水池（或水箱）的最小容积、贮水池中的过水断面及过滤网截面面积、除污器的直径和容积等。

2. 冲洗工艺的确定

（1）依据管网的设计图纸和各种技术参数、管线沿程的条件、现场条件及施工条件，通过冲洗压力、冲洗流量的计算，确定最大的冲洗长度，合理划分冲洗段和选择冲洗设备。

（2）严格计算选择杂质的悬浮力、启动速度、移动速度，以最终确定闭式循环水的冲洗速度。

（3）设计冲洗系统主管、支管及连通管，计算管道冲洗长度，设计确定除污管段位置，以便清理清洗过程中管内沉积的杂物。

（4）根据管网各项技术参数，计算各清洗段的能量损失。

（5）最终确定最大冲洗长度、冲洗速度和冲洗水泵以及其他设备。

3. 系统选择原则

（1）冲洗水池和水泵应设在管网的起点或中间段，便于系统的选择和分配。

（2）根据干管和支管的长度，分干管系统和支管系统；干管过长，可以分两个系统，但中间部件加连通管，安装连通阀门；也可以分干管和支管为一个系统。

4. 冲洗位置的选择

（1）水泵尽可能用正式水泵，若不能使用正式水泵则需重新安装冲洗水泵，临时水泵应安装在场地宽敞和平整处，便于操作，安装变配电装置及其他设施。

（2）尽量靠近电源和水源地，减少临时用水、用电设施的费用。

（3）尽量用永久性设施及总供水泵站，可以大量节约资金。

5. 冲洗系统安装

（1）水泵安装。按工艺要求，如需要安装冲洗泵，泵的基础、安装精度等应达到安全使用的条件。应做临时泵基础后再安装冲洗水泵，方法按正式工程要求安装。

（2）管道安装。主要是临时管道安装，将水泵入口接到水箱或临时水池里，水泵出口

接到主干管供水管上，系统排水接到回水管端，如果系统循环时，水在管内继续循环，如果循环达到要求，就将管内水排掉，即排到污水管或污水池里面。在冲洗过程中，将其他阀门都关掉。

（3）阀门安装。在主管和支管末端供回水管上开三通安装连通管，连通供水管和回水管，并在连通管上安装一个阀门将供水、回水管隔断。冲洗时打开，运行时隔断。

6. 管网冲洗

将供水管道、回水管道的最终端连通，并安装连通阀门，先冲远处，后冲近处，先冲支管，再冲干管。先脏水循环冲洗，再换清水循环冲洗，最后换净水循环冲洗。

1H413040 静置设备及金属结构安装技术

1H413041 塔器设备安装技术

一、安装准备工作

（一）设备随机资料和施工技术文件

1. 设备随机资料

设计文件；产品质量证明文件：特性数据符合设计文件及相应制造技术标准的要求；有复检要求的材料应有复验报告；具有《特种设备制造监督检验证书》。

2. 施工技术文件

设计交底和图纸会审记录；相应的技术标准规范；施工图；设计变更；施工组织设计；专项施工方案；《特种设备安装维修改造告知单》。

（二）开箱检验

1. 核对装箱单

（1）塔体、内件和安全附件应符合设计文件和订货合同的要求。

（2）开箱检验应在有关人员参加下按照装箱单清点并检查：箱号、箱数及包装；产品名称、型号及规格；产品质量证明文件；塔内件及安全附件的规格、型号、数量。

2. 塔体外观质量检查

（1）外观检查。无表面损伤、变形及锈蚀；塔体采用不锈钢或复合钢板材料的腐蚀介质接触面、低温设备表面不应有刻痕和各类钢印标记；奥氏体不锈钢、钛、锆、铝材料的塔体表面，应无铁离子污染；塔体方位线标记、重心标记及吊挂点等标记清晰。

（2）分段到货验收。塔体分段处的圆度、外圆周长偏差、端口不平度、坡口质量符合相关规定；筒体直线度、筒体长度以及筒体上接管中心方位和标高的偏差符合相关规定；组装标记清晰；裙座底板上的地脚螺栓孔中心圆直径允许偏差、相邻两孔弦长允许偏差和任意两孔弦长允许偏差均为 2mm。

（三）基础验收

1. 基础。复测基础并对其表面处理，应符合要求。基础混凝土强度不得低于设计强度的 75%，有沉降观测要求的，应设有沉降观测点。

2. 地脚螺栓。

（1）地脚螺栓的螺纹应无损坏、无锈蚀，且应有保护措施，地脚螺栓的螺母和垫圈齐全。

（2）预埋地脚螺栓中心圆直径允许偏差、相邻螺栓中心距允许偏差应符合规定。

3. 安装基准。确认基础上设备安装标高基准线和纵、横中心线，且应在基准方位线上做出观测标识。

（四）到货设备的保护

1. 封闭。设备人孔、管口和开口应临时封闭，氮气保护的设备应定期检查氮气压力。

2. 隔离。不锈钢、钛、镍、锆、铝制设备应采取与碳钢隔离措施，铝设备、钛设备、低温设备不得有表面擦伤。

二、塔器安装技术

（一）整体安装程序

塔器现场检查验收→基准线标识→运放至吊装要求位置→基础验收、设置垫铁→整体吊装、找正、紧固地脚螺栓、垫铁点固→二次灌浆。

（二）现场分段组焊

1. 卧式组焊

（1）组焊程序：到货开箱检查验收→在现场组装场地搭设临时道木支墩或设置滚轮架（托辊）等组装胎具→各段塔体组对焊接（可按上段筒体→中段筒体→下段筒体→底段筒体含裙座的顺序）成整体→对现场施焊的环焊缝进行无损检测→热处理（根据设计文件要求）→耐压试验、气密性试验。

（2）塔体组焊完成后，按整体到货塔器的相同程序安装就位，并进行内固定件和其他配件安装焊接。

2. 立式组焊

（1）组焊顺序：采用正装法，即在基础上先安装下段，由下至上逐段组对焊接的立式安装程序。

（2）一般常见塔器安装组焊顺序：分段筒体、部件检查验收→基础验收、安放垫铁→塔体的最下段（带裙座段）吊装就位、找正→吊装第二段（由下至上排序）、找正→组焊段间环焊缝、无损检测→重复上述过程：逐段吊装直至吊装最上段（带顶封头段）、找正、组焊段间环焊缝、无损检测→整体找正、紧固地脚螺栓、垫铁点固及二次灌浆→内固定件和其他配件安装焊接→耐压试验、气密性试验。

（3）现场施焊的环焊缝的无损检测也可在塔器各段全部组焊完毕后进行。

3. 产品焊接试件

（1）塔器现场组焊必须制备产品焊接试板（以下简称试板）。

（2）试板材料应与塔器用材具有相同标准、相同牌号、相同厚度和相同热处理状态。

（3）试板的试验项目至少包括拉伸试验、弯曲试验、冲击试验，不合格项目应进行复验。

三、耐压试验与气密性试验

（一）耐压试验

1. 耐压试验前应确认的条件

（1）设备本体及与本体相焊的内件、附件焊接和检验工作全部完成。

（2）开孔补强圈用 0.4～0.5MPa 的压缩空气检查焊接接头质量合格。

（3）需要焊后热处理的设备，热处理工作已经完成。

(4) 在基础上进行耐压试验的设备，基础二次灌浆达到强度要求。

(5) 试验方案已经批准，施工质量资料完整。

2. 水压试验

(1) 试验介质宜采用洁净淡水。奥氏体不锈钢制塔器用水作介质试压时，水中的氯离子含量不超过 25ppm（25×10^{-6}）。

(2) 在塔器最高与最低点且便于观察的位置，各设置一块压力表。两块压力表的量程应相同，且校验合格并在校验有效期内。压力表量程宜为 1.5 倍至 2 倍试验压力。

(3) 试验充液前应先打开放空阀门。充液后缓慢升至设计压力，确认无泄漏后继续升压至试验压力，保压时间不少于 30min，然后将压力降至试验压力的 80%，对所有焊接接头和连接部位进行检查。

(4) 合格标准：无渗漏；无可见变形；试验过程中无异常的响声。对标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 的钢制塔器，放水后进行表面无损检测抽查未发现裂纹为合格。

3. 气压试验

(1) 采用气压试验代替液压试验的规定：

1) 压力容器气压试验前对塔筒体的对接焊缝进行 100% 射线或超声检测，以符合原设计文件规定的合格标准为合格；常压设备气压试验前对设备的对接焊缝进行 25% 射线或超声检测，焊缝需达射线检测Ⅲ级合格标准或超声检测Ⅱ级合格标准为合格。

2) 由本单位技术总负责人批准安全技术措施。

3) 试压系统的安全泄放装置应进行压力整定。

(2) 试验区应设置警戒线，试验单位的专职安全管理人员进行现场监督。

(3) 介质宜为干燥洁净的空气，也可用氮气或惰性气体。脱脂后的容器气压试验时，必须采用不含油气体。

(4) 程序要求：

1) 缓慢升至试验压力的 10%，且不超过 0.05MPa，保压时间 5min，对所有焊接接头和连接部位进行初次泄漏检查。

2) 初次泄漏检查合格后，继续升压至试验压力的 50%，观察有无异常现象。

3) 如无异常现象，继续按规定试验压力的 10% 逐级升压，直到试验压力，保压 10min 后将压力降至规定试验压力的 87%，对所有焊接接头和连接部位进行全面检查。

4) 检查期间保持压力不变，并不得采用继续加压的方式维持压力不变。

(5) 合格标准：试验过程中无异常的响声，经过肥皂液或者其他检漏液检验无漏气，无可见变形。对标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 的塔器，泄压后进行表面无损检测抽查未发现裂纹为合格。

(二) 气密性试验

1. 试验条件：

(1) 气密性试验前将安全附件装配齐全。

(2) 经耐压试验合格后进行。对做气压试验的塔器，气密性试验可在气压试验压力降到气密性试验压力后一并进行。

2. 合格标准：无泄漏。

1H413042 金属储罐制作与安装技术

一、金属储罐

（一）金属储罐的分类

1. 根据储罐顶部结构形式分：固定拱顶储罐和浮顶储罐。

（1）固定拱顶储罐

拱顶罐也称自支撑式拱顶储罐，罐顶为球冠形结构，罐体为圆筒形，拱顶中间无支撑，荷载靠其周边支承于罐壁上。有带肋壳拱顶、网壳拱顶等结构。

（2）浮顶储罐

浮顶储罐分：外浮顶储罐、内浮顶储罐。

罐顶盖浮在敞口的圆筒形罐壁内的液面上并随液面升降，在浮顶与罐内壁之间的环形空间设有随着浮顶浮动的密封装置。其优点是可减少或防止罐内液体蒸发损失，也称外浮顶储罐。大型储罐大多采用浮顶罐。如 $10\times10^4m^3$ 原油储罐就采用外浮顶形式。

1）外浮顶储罐：单盘式浮顶罐、双盘式浮顶罐。

2）内浮顶储罐：钢制内浮顶、铝制装配式内浮顶、非金属整体式内浮顶。如 $1000m^3$ 的甲苯储罐就采用内浮顶形式。

2. 根据储罐本体结构形式分：单层储罐和双层储罐。

（1）单层储罐罐壁为单层，例如：一般的金属油罐。

（2）双层储罐为平底双壁圆柱形，内外壁为不同材质。例如：常见的 LNG 常压低温储罐。如小型 LNG 储罐，外罐为钢制外罐，内部安装 1 个或几个不锈钢内罐，内外罐之间用保冷材料填充。

3. 根据储罐本体材质分：非合金钢储罐、合金钢储罐、不锈钢储罐等。

4. 大型 LNG 储罐（常压低温）有单容罐、双容罐和全容罐几种类型。

（1）储罐内筒一般采用 Ni9 合金钢，也可为全铝、不锈钢薄膜或预应力混凝土，外壁为碳钢或预应力混凝土。壁顶的悬挂式绝热支撑平台为铝制，罐顶则由碳钢或混凝土制成。

（2）罐内绝热材料主要为膨胀珍珠岩、弹性玻璃纤维毡及泡沫玻璃砖等。目前国内已建成投用的最大容量为 20 万 m^3 全容混凝土储罐，圆筒形混凝土外罐直径 86.4m，高 44.2m，国产 Ni9 钢内罐直径 84.2m，罐顶为圆拱形钢制结构，顶部中心距罐底板 56m。

（二）金属储罐安装方法

金属储罐的安装方法主要有正装法和倒装法两种。

1. 金属储罐正装法

罐壁板自下而上依次组装焊接，最后组焊完成顶层壁板、抗风圈及顶端包边角钢等，较适用于大型浮顶罐。包括：水浮正装法、架设正装法（包括外搭脚手架正装法、内挂脚手架正装法）等。

（1）外搭脚手架正装法

1）脚手架随罐壁板升高而逐层搭设。

2）当纵向焊缝采用气电立焊、环向焊缝采用自动焊时，脚手架不得影响焊接操作。

3）采用在壁板内侧挂设移动小车进行内侧施工。

4）采用吊车吊装壁板。

（2）内挂脚手架正装法

1）每组对一圈壁板，就在壁板内侧沿圆周挂上一圈三脚架，在三脚架上铺设跳板，组成环形脚手架，作业人员即可在跳板上组对安装上一层壁板。

2）在已安装的最上一层内侧沿圆周按规定间距在同一水平标高处挂上一圈三脚架，铺满跳板，跳板搭头处捆绑牢固，安装护栏。

3）搭设楼梯间或斜梯连接各圈脚手架，形成上、下通道。

4）一台储罐施工宜用2层至3层脚手架，1个或2个楼梯间，脚手架从下至上交替使用。

5）在罐壁外侧挂设移动小车进行罐壁外侧施工。

6）采用吊车吊装壁板。

（3）水浮正装法

一般用于浮顶罐的施工。其程序和要求如下：

1）罐底板、底圈壁板、第二圈罐壁板施工完毕，底圈壁板与底板的大角缝组焊完毕并检验合格后，利用这部分罐体作为水槽。在罐体内组焊浮船，浮船施工完毕并检验合格，利用浮船作为内操作平台。

2）设置罐壁移动小车或弧形吊篮，进行罐壁外侧作业。

3）采用吊车吊装或在浮船上设置吊杆吊装壁板。

4）设置浮船导向装置。

5）向罐内充水，使浮船浮升到需要高度，逐圈组装第三圈及以上各圈壁板。

6）壁板组装前、组装过程中、组装后按设计规定进行沉降观测。

这种架设正装法（包括以下内挂脚手架正装法）适合于大型和特大型储罐，便于自动焊作业。

2. 金属储罐倒装法

（1）倒装法：在罐底板铺设焊接后，先组装焊接顶层壁板及包边角钢、组装焊接罐顶。然后自上而下依次组装焊接每层壁板，直至底层壁板。包括：中心柱组装法、边柱倒装法（有液压顶升、葫芦提升等）、充气顶升法和水浮顶升法等。

（2）边柱倒装法：利用均布在罐壁内侧带有提（顶）升机构的边柱提升与罐壁板下部临时胀紧固定的胀圈，使上节壁板随胀圈一起上升到预定高度，组焊第二圈罐壁板。然后松开胀圈，降至第二圈罐壁板下部胀紧、固定后再次起升。如此往复，直至组焊完。边柱倒装法有边柱液压提升倒装法与边柱葫芦提升倒装法。

（三）金属储罐的焊接工艺

储罐常用的焊接方法有焊条电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、气电立焊、双面氩弧焊等。

1. 金属储罐焊接顺序

（1）储罐具有体积大、板薄、刚性差、焊缝数量多的特性，焊接中易产生较大的焊接变形，采用合理的焊接顺序，可以有效地减少和控制储罐的焊接变形。

（2）以倒装法拱顶储罐的焊接顺序为例：中幅板焊缝→罐底边缘板对接焊缝靠边缘的300mm部位→顶层壁板纵缝→包边角钢与顶层壁板角缝→罐顶板焊缝→罐顶板与包边角

钢角缝→其他各圈壁板的纵缝和环缝→罐底与罐壁板连接的大角缝（在底圈壁板纵焊缝焊完后施焊）→边缘板剩余对接焊缝→边缘板与中幅板之间的收缩缝。

2. 罐底焊接工艺

（1）焊接工艺原则：采用收缩变形最小的焊接工艺及焊接顺序。

（2）焊接顺序。中幅板焊缝→罐底边缘板对接焊缝靠边缘的 300mm 部位→罐底与罐壁板连接的角焊缝（在底圈壁板纵焊缝焊完后施焊）→边缘板剩余对接焊缝→边缘板与中幅板之间的收缩缝。

3. 罐壁焊接工艺

（1）焊接工艺原则：先焊纵向焊缝，后焊环向焊缝。

（2）焊接顺序

1）罐壁采用焊条电弧焊时的焊接顺序

罐壁纵向焊缝→组对第一圈和第二圈环缝→组对纵向焊缝焊接活口→第一圈与第二圈环缝→纵向焊缝活口焊缝→下一圈壁板纵向焊缝。依次类推。

2）自动焊接工艺要求

纵焊缝采用气电立焊时，应自下向上焊接；对接环焊缝采用埋弧自动焊时，焊机应均匀分布，并沿同一方向施焊。

4. 罐顶焊接工艺

（1）焊接工艺原则：先短后长，先内后外。

（2）焊接顺序

1）径向的长焊缝采用隔缝对称施焊方法，由中心向外分段跳焊。

2）顶板与包边抗拉环、抗压环焊接时，焊工应对称分布，并沿同一方向分段跳焊。

二、金属气柜

1. 金属气柜的分类

金属气柜一般分为湿式气柜和干式气柜。

（1）湿式气柜。低压湿式气柜是设置水槽，用水密封的气柜，包括直升式气柜（导轨为带外导架的直导轨）和螺旋式气柜（导轨为螺旋形）。亦可按照活动塔节分为单节气柜和多节气柜。

（2）干式气柜简称干式柜。相对于采用水为密封介质的湿式气柜而言，其密封形式为非水密封，为具有活塞密封结构的储气设备。目前国内主要有多边稀油密封干式气柜、圆筒形稀油密封干式气柜和橡胶膜密封干式气柜三类。

2. 气柜组装方法

（1）低压湿式气柜柜体的组装方法和程序与金属储罐类似，其钟罩、中节和水槽组装也分正装法和倒装法施工。

（2）正装法施工程序为由组装水槽壁开始逐节向里安装，最后组装钟罩。倒装法施工程序为由钟罩开始逐节向外安装，最后组装水槽壁。干式气柜组装也可采用正装法和倒装法施工。

三、预防（矫正）焊接变形技术措施

储罐焊接变形是储罐施工过程中经常出现的质量问题，要加强实施过程的控制，在储罐组对和焊接过程中采取必要的措施，减少焊接变形产生。

（一）预防焊接变形技术措施

1. 组装技术措施

（1）储罐排版应考虑焊缝要分散、对称布置。

（2）底板边缘板对接接头采用不等间隙，间隙要外小内大；采用反变形措施，在边缘板下安装楔铁，补偿焊缝的角向收缩。

（3）壁板卷制中要用弧形样板检查边缘的弧度，避免壁板纵缝组对时形成尖角。可用弧形护板定位控制纵缝的角变形。

2. 焊接技术措施

在储罐焊接前应根据焊接工艺评定报告，编制合理的焊接作业指导书，采取对称焊、分段焊、跳焊等方法减少焊接变形。

（1）底板控制焊接变形的措施

1）边缘板采用隔缝焊接，边缘板先焊接外侧 300mm 左右的焊缝，内侧待边缘板与壁板的角缝焊接后再施焊。

2）中幅板焊接先焊短焊缝、后焊长焊缝，焊前要将长焊缝的定位焊点全部铲开，用定位板固定。遵循由罐中心向四周并隔缝对称焊接的原则，分段退焊或跳焊。

3）罐底与罐壁连接的角焊缝：先焊内侧环形角缝，再焊外侧环形角缝。由数对焊工对称均匀分布，同一方向进行分段焊接。初层焊道采用分段退焊或跳焊法。

（2）壁板控制焊接变形的措施

1）壁板焊接要先纵缝、后环缝，环缝焊工要对称分布，沿同一方向施焊。

2）打底焊时，焊工要分段跳焊或分段退焊。

3）在焊接薄板时，应采用 ϕ3.2 的焊条，采用小电流、快速焊的焊接参数施焊，用小焊接热输入，减少焊缝的热输入量，降低焊接应力，减少焊接变形。

（二）矫正焊接变形技术措施

焊接变形超出规范要求时，可通过机械矫正、火焰加热矫正两种方式矫正。

1. 机械矫正

（1）可采用龙门架、千斤顶对局部变形处加压，产生与焊接变形相反方向的塑性变形，矫正焊后残余变形。

（2）也可采用锤击法使材料延伸以补偿焊接收缩产生的变形，但要注意用垫板对罐体进行保护，不能留有锤痕。

2. 火焰加热矫正

焊接变形也可以采取火焰加热急冷的方法消除，在高温处，材料的热膨胀受到本身的刚性制约，产生局部压缩塑性变形，冷却收缩后，抵消了在该部位的伸长变形，达到矫正的目的。火焰加热矫正壁板时，可采用梅花点状加热，增强矫正效果。

四、检验与试验

（一）焊缝质量检验

1. 焊缝外观质量检查

焊缝外观检查前要将熔渣、飞溅清理干净。

（1）焊缝表面及热影响区不得有裂纹、气孔、夹渣、弧坑和未焊满等缺陷。

（2）浮顶及内浮顶储罐罐壁内侧焊缝余高≤ 1mm。

（3）对接焊缝的咬边深度≤ 0.5mm，连续长度≤ 100mm，两侧咬边总长度不应超过该焊缝总长度的 10%。

2. 焊缝无损检测

（1）罐壁钢板最低标准屈服强度＞ 390MPa 时，焊接完毕后应至少经过 24h 后再进行无损检测。

（2）罐底厚度≥ 10mm 的罐底边缘板，每条对接焊缝外端 300mm 应进行射线探伤，质量等级应符合规范要求。

（3）罐壁焊缝的无损检测应符合设计文件要求，设计无要求时，按照《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128—2014 的规定执行。

（4）当板厚＞ 12mm 时，可采用衍射时差法超声检测。

（二）试验

1. 抽真空试验

罐底焊缝应采用真空箱法进行严密性试验，试验负压值不得低于 53kPa，在焊缝区域涂刷发泡剂无气泡生成为合格。

2. 充水试验

（1）基本要求

1）充水试验前，所有附件及其他与罐体焊接的构件全部完工并检验合格。

2）充水试验宜采用洁净淡水，试验水温不低于 5℃。

3）充水试验中应进行基础沉降观测。

4）充水和放水过程中，应打开透光孔，且不得使基础浸水。

（2）充水试验项目

1）罐底严密性试验。

2）罐壁强度及严密性试验。

3）固定顶强度及严密性试验。

4）固定顶的稳定性试验。

5）浮顶、内浮顶罐升降试验。

1H413043 球形罐安装技术

一、球形罐的构造及形式

（一）球形罐的构造

1. 球形罐由球罐本体、支座（或支柱）及附件组成。
2. 球形罐本体为由球壳板拼焊而成的圆球形容器，为球形罐的承压部分。
3. 球形罐的支座常为由多根钢管制成的柱式支座，以赤道正切柱式最普遍。
4. 球形罐的附件：有外部扶梯、阀门、仪表，部分大型球形罐罐内还有内部转梯。

（二）球形罐的形式

球形罐按其本体壳板的分片结构形式可分为桔瓣式、足球式和混合式三种。

1. 桔瓣式球形罐。组成球壳体的球壳板板片由经线和纬线分割而成，形状如同桔瓣。分为 3～7 带，依次分别为：赤道带；上、下温带；上、下寒带；上、下极。

2. 足球式球形罐。球壳体按足球分瓣的方法分成多块形状、尺寸相同的球壳板拼焊

而成。

3. 混合式球形罐。为桔瓣式与足球式的结合。分为3～7带，赤道带和上、下温（寒）带采用桔瓣式；上、下极采用足球式，极板又分极中板、极侧板和极边板。

二、球壳和零部件的检查和验收

球壳和零部件的检查和验收工作包括对质量证明书等技术质量文件的检查、球壳板检验和支柱、零部件的检验，其中主要有：

（一）质量证明文件检查

1. 球形罐质量证明书包括的内容：制造竣工图样；压力容器产品合格证；产品质量证明文件；特种设备制造监督检验证书。

2. 产品过程技术资料包括：质量计划或检验计划；主要受压元件材质证明书及复验报告；材料清单；材料代用审批证明；结构尺寸检查报告；焊接记录；热处理报告及自动记录曲线；无损检测报告；产品焊接试件检验报告；产品铭牌的拓印件或者复印件。

（二）球壳板检查

1. 球壳板的形式与尺寸应符合图样要求，不得拼接且表面不允许存在裂纹、气泡、结疤、折叠和夹杂等缺陷，球壳板不得有分层。

2. 球壳板超声波测厚

球壳板应进行超声波测厚抽查，抽查数量不得少于球壳板总数的20%，且每带不少于2块，上、下极不少于1块，每张球壳板检测不少于5点，其中4个点分布在距离边缘100mm左右的位置并包括各顶角附近，1个点位于球壳板的中心附近。实测厚度应不小于设计厚度，若有不合格，应加倍抽查，若仍有不合格应对球壳板进行100%超声波测厚检查。

3. 球壳板超声波探伤

球壳板周边100mm范围应进行超声波检查抽查，被抽查数量不得少于球壳板总数的20%，且每带不少于2块，上、下极不少于1块。其结果应符合规范规定，若发现超标缺陷，应加倍抽查，若仍有超标缺陷，则100%检验。

（三）产品试板检查

1. 外形尺寸和数量

制造单位提供每台球形罐6块焊接试板，其尺寸为600mm×180mm。

2. 标识和技术条件

（1）试板材料与球罐材料应具有相同标准、相同牌号、相同厚度和相同热处理状态。

（2）试板与球壳板的坡口形式相同。

三、球形罐组装与焊接

球形罐的组装常用的方法有散装法（又称分片法）和分带组装法（又称环带法）。

（一）球形罐散装法

1. 散装法是以单块球壳板（或几块球壳板）为最小组装单元的组装方法。组装采用工卡具调整球壳板组对间隙和错边量，不得进行强力组装。

2. 组装总体程序

（1）以5带球形罐为例：支柱和赤道板组对→赤道带板组装→中心柱安装→下温带板组装→上温带板组装→中心柱拆除→下极板组装→上极板组装→内外脚手架搭设→调整及

组装质量总体检查。

（2）当前现场较多地采用了无中心柱组装施工工艺，在温（寒）带或极带组装中不需使用中心柱固定。因而上述有关中心柱的步骤可予以取消。

（二）球形罐分带组装法

1. 分带组装法是在现场的一个平台或一个大平面上，按照赤道带、上下温带、上下极板等分别组对并焊接成环带，然后把各环带组装成球形罐的方法。

2. 组装焊接原则程序

平台上组装赤道带→赤道带纵缝焊接→平台上组装上、下温带→上、下温带纵缝焊接→平台上组装焊接上、下极板→上、下极板与上、下温带组焊→下温带（包括极板）吊装到基础中心→安装支柱→吊装赤道带、就位后找水平度→下温带与赤道带安装→上温带与赤道带安装→内、外脚手架搭设→组装后整体检查→赤道带与上、下温带环缝焊接及支柱与赤道带焊接→焊后总体检查。

（三）球形罐焊接

1. 一般原则

（1）应取得相应项目的资格后，方可在有效期间内担任合格项目范围内的焊接工作。

（2）应使用经过评定合格的焊接工艺规程或根据焊接工艺评定报告编制的焊接作业指导书。详见 1H412032 有关内容。

（3）每台球形储罐应按施焊位置做横焊、立焊和平焊加仰焊位置的产品焊接试件各一块。

2. 焊接顺序

（1）焊接程序原则：先焊纵缝，后焊环缝；先焊短缝，后焊长缝；先焊坡口深度大的一侧，后焊坡口深度小的一侧。

（2）焊条电弧焊时，焊工应对称分布、同步焊接，在同等时间内超前或滞后的长度不宜大于 500mm。焊条电弧焊的第一层焊道应采用分段退焊法。多层多道焊时，每层焊道引弧点宜依次错开 25～50mm。

四、球形罐焊后整体热处理

球形罐根据设计图样要求、盛装介质、厚度、使用材料等确定是否进行焊后整体热处理。球形罐焊后整体热处理应在压力试验前进行。

（一）整体热处理前的条件

1. 已经批准的热处理施工方案。

2. 整体热处理前，与球形罐受压件连接的焊接工作全部完成，各项无损检测工作全部完成并合格。

3. 加热系统已调试合格。

4. 工序交接验收前面工序已经完成，办理工序交接手续。

（二）热处理工艺实施

1. 球形罐整体热处理方法：国内一般采用内燃法，保温材料宜采用岩棉或超细玻璃棉。

2. 热处理工艺要求

（1）热处理过程应控制的参数：热处理温度、升降温速度和温差。

（2）测温点要求。在球壳外表面均匀布置，相邻测温点间距小于4.5m。测温点总数应符合规定。在距上、下人孔与球壳板环焊缝边缘200mm范围内各设1个测温点，每个产品焊接试件应设1个测温点。

（3）产品焊接试件应与球形罐一起进行热处理，并应放置在球形储罐热处理过程中高温区的外侧。

（4）整体热处理时应松开拉杆及地脚螺栓，检查支柱底部与预先在基础上设置的滑板之间的润滑及位移测量装置。热处理过程中应监测柱脚实际位移值及支柱垂直度，及时调整支柱使其处于垂直状态。热处理后应测量并调整支柱的垂直度和拉杆挠度。

（三）整体热处理后质量检验

1. 效果评定

球形罐焊后热处理的效果评定，主要依据热处理工艺报告和产品试板力学性能试验报告。

2. 产品焊接试件检验

（1）当产品焊接试件的拉伸、弯曲性能、冲击试验不合格时，可允许复验。

（2）当产品焊接试件的力学性能试验的复验结果仍不合格时，则该球形储罐的产品焊接试件应判为不合格。当产品试件判为不合格时，应分析原因，可将试件及其所代表的球形储罐重新按照修正的热处理工艺进行热处理。

五、耐压试验和泄漏性试验

1. 耐压试验

（1）耐压试验有液压试验、气压试验及气液混合压力试验。

（2）试验过程中，球形罐无渗漏，无可见的变形和异常声响为耐压试验合格。

2. 泄漏性试验

（1）球形罐需经耐压试验合格后方可进行泄漏性试验。

（2）泄漏性试验分为气密性试验、氨检漏试验、卤素检漏试验和氦检漏试验。

（3）气密性试验所用气体为干燥的洁净空气、氮气或其他惰性气体，试验压力为球形罐的设计压力，无泄漏为试验合格。

1H413044　金属结构制作与安装技术

一、金属结构组成

1. 钢结构组成

由钢构件制成的工程结构。构件通常由型钢、钢板、钢管等制成的梁、柱、桁架、板等组成，构件之间用焊缝、螺栓或铆钉连接。

2. 应用范围

（1）重型工业厂房的承重骨架与吊车梁。

（2）大跨度建筑的屋盖结构、平板网架。

（3）大跨度桥梁。

（4）多层或高层建筑的骨架，包括工业机电工程的多层框架、管架等以及塔桅结构、轻型钢结构等。

二、金属结构制作

（一）金属结构制作内容

1. 零（部）件加工

例如，各种杆件、节点板、筋板、支座、焊接球、螺栓球等。

2. 金属结构预制

例如，H 型钢、钢柱、钢梁（吊车梁）、钢桁架、墙架、檩条、支撑、钢平台板、钢梯、金属压型板等。

（二）金属结构制作程序和要求

1. 金属结构工厂化制作的一般程序

钢结构构件一般在预制厂（场）制作，采用工厂化的制造方式。钢构件制作的一般程序是：原材料（钢材、焊材、连接用紧固件等）检验→排料、拼接→放样与号料→切割、下料→制孔→矫正和成型→构件装配→焊接→除锈、涂装（油漆）→构件编号、验收、出厂。

2. 金属结构制作工艺要求

（1）零件、部件采用样板、样杆号料时，号料样板、样杆制作后应进行校准，并经检验人员复验确认后使用。

（2）钢材切割面应无裂纹、夹渣、分层等缺陷和大于 1mm 的缺棱，并应全数检查。

（3）碳素结构钢在环境温度低于 −16℃、低合金结构钢在环境温度低于 −12℃时，不应进行冷矫正和冷弯曲。碳素结构钢和低合金结构钢在加热矫正时，加热温度应为 700～800℃，最高温度严禁超过 900℃，最低温度不得低于 600℃。低合金结构钢在加热矫正后应自然冷却。

（4）矫正后的钢材表面，不应有明显的凹面或损伤，划痕深度不得大于 0.5mm，且不应大于该钢材厚度允许负偏差的 1/2。

（5）金属结构制作焊接，应根据工艺评定编制焊接工艺文件。对于有较大收缩或角变形的接头，正式焊接前应采用预留焊接收缩裕量或反变形方法控制收缩和变形；长焊缝采用分段退焊、跳焊法或多人对称焊接法焊接；多组件构成的组合构件应采取分部组装焊接，矫正变形后再进行总装焊接。

三、金属结构安装工艺技术与要求

（一）金属结构安装一般程序

1. 金属结构安装的主要环节

钢结构种类繁多，安装的程序应根据钢结构的具体情况确定。钢结构安装一般有以下几个主要环节：（1）基础验收与处理；（2）钢构件复查；（3）钢结构安装；（4）涂装（防腐涂装、防火涂装）。

2. 基础验收及处理

（1）金属结构基础验收

1）钢结构安装前建设（监理）单位组织基础施工单位和钢结构施工单位进行基础交接验收，验收合格后方可交付安装。若基础施工与钢结构安装是同一个施工单位，则应进行工序间的自检、互检、专检。

2）基础混凝土强度达到设计要求；基础周围回填夯实完毕；基础的轴线标识和标高

基准点准确齐全。

（2）基础保护和处理

对基础表面进行麻面处理；对钢结构预埋螺栓进行保护。

3. 金属结构安装的程序

钢结构安装的环节中，安装的程序不尽相同，一般程序为：钢柱安装→支撑安装→梁安装→平台板（层板、屋面板）、钢梯、防护栏安装→其他构件安装。

例如，某制造厂车间钢结构厂房安装程序为：构件检查→基础复查及底面处理→钢柱安装→柱间支撑安装→主梁安装→次梁安装→承台板安装→钢屋架安装→檩条安装→水平、垂直支撑安装→屋面板安装→墙壁板安装。

（二）框架和管廊安装

框架指钢构件通过焊接或螺栓连接组成的用于支撑设备或作为操作平台的稳定空间钢结构体系。管廊指钢构件通过焊接或螺栓连接组成的支撑管道的稳定空间钢结构体系。两者是重要、典型的工业钢结构。

1. 分部件散装

框架部件散装根据结构特点按照合理顺序进行，并应形成稳固的空间刚度单元，必要时要增加临时支撑结构或临时措施。一般可按照柱、支撑、梁等的顺序安装。

（1）首节钢柱安装后要及时进行垂直度、标高和轴线位置校正。

（2）钢梁安装要采用两点起吊，单根钢梁长度大于21m，需计算确定3～4个吊点或采用平衡梁吊装。

（3）支撑安装要从下到上的顺序组合吊装。

（4）钢结构起重吊装作业要求：

1）钢结构吊装作业必须在起重设备的额定起重量范围内进行；

2）用于吊装的钢丝绳、吊装带、卸扣、吊钩等吊具应经检验合格，并应在其规定允许载荷范围内使用。

2. 分段（片）安装

（1）框架的安装可采用地面拼装和组合吊装的方法施工，已安装的结构应具有稳定性和空间刚度。管廊可在地面拼装成片，检查合格后成片吊装。

（2）铣平面应接触均匀，接触面积不应小于75%。

（3）框架的节点采用焊缝连接时，宜设置安装定位螺栓。每个节点定位螺栓数量不得少于2个。

（4）地面拼装的框架和管廊结构焊缝需进行无损检测或返修时，无损检测和返修应在地面完成，合格后方可吊装。

（5）在安装的框架和管廊上施加临时载荷时，应经验算。

（三）高强度螺栓连接

1. 安装要求

（1）钢结构制作和安装单位应按规定分别进行高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数试验和复验，现场处理的构件摩擦面应单独进行抗滑移系数试验。合格后方可进行安装。

（2）高强度螺栓连接处的摩擦面可根据设计抗滑移系数的要求选择处理工艺，抗滑移

系数应符合设计要求，采用手工砂轮打磨时，打磨方向应与受力方向垂直。

（3）高强度大六角头螺栓连接副施拧可采用扭矩法或转角法。施工用的扭矩扳手使用前应进行校正，其扭矩相对误差不得大于 ±5%。

（4）高强度螺栓安装时，穿入方向应一致。高强度螺栓现场安装应能自由穿入螺栓孔，不得强行穿入。螺栓不能自由穿入时可采用铰刀或锉刀修整螺栓孔，不得采用气割扩孔。扩孔数量应征得设计单位同意。

2. 扭矩控制

（1）高强度螺栓连接副施拧分为初拧和终拧。大型节点在初拧和终拧间增加复拧。初拧扭矩值可取终拧扭矩的 50%，复拧扭矩应等于初拧扭矩。初拧（复拧）后应对螺母涂刷颜色标记。高强度螺栓的拧紧宜在 24h 内完成。

（2）高强度螺栓应按照一定顺序施拧，宜由螺栓群中央顺序向外拧紧。

（3）扭剪型高强度螺栓连接副应采用专业电动扳手施拧。初拧（复拧）后应对螺母涂刷颜色标记。终拧以拧断螺栓尾部梅花头为合格。

（4）高强度大六角头螺栓连接副终拧后，应用 0.3kg 重小锤敲击螺母对高强度螺栓进行逐个检查，不得有漏拧。

（四）质量检验要求

1. 高强度螺栓连接检验

（1）高强度大六角头螺栓连接副终拧扭矩检查：宜在螺栓终拧 1h 后、24h 之前完成检查。检查方法采用扭矩法或转角法，但原则上应与施工方法相同。检查数量为节点数的 10%，但不应少于 10 个节点，每个被抽查节点按螺栓数抽查 10%，且不应少于 2 个。

（2）扭剪型高强度螺栓终拧后，除因构造原因无法使用专用扳手终拧掉梅花卡头者除外，未在终拧中扭断梅花卡头的螺纹数不应大于该节点螺栓数的 5%。对所有梅花卡头未拧掉的扭剪型高强度螺栓连接副用扭矩法或转角法进行终拧并做标记。检查数量为节点数的 10%，但不应少于 10 个节点。

（3）高强度螺栓连接副终拧后，螺栓丝扣外露应为 2～3 扣，其中允许有 10% 的螺栓丝扣外露 1 扣或 4 扣。

2. 其他检验

（1）多节柱安装时，每节柱的定位轴线应从地面控制轴线直接引上，不得从下层柱的轴线引上，避免造成过大的累积误差。

（2）吊车梁和吊车桁架组装、焊接完成后不允许下挠。

（3）钢网架结构总拼完成后及屋面工程完成后应分别测量其挠度值，且所测的挠度值不应超过相应设计值的 1.15 倍。

（4）涂料、涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。当设计对涂层厚度无要求时，涂层干漆膜总厚度：室外应为 150μm，室内应为 125μm，其允许偏差为 −25μm。每遍涂层干漆膜厚度的允许偏差为 −5μm。

（5）薄涂型防火涂料的涂层厚度应符合有关耐火极限的设计要求。厚涂型防火涂料涂层的厚度，80% 及以上面积应符合有关耐火极限的设计要求，且最薄处厚度不应低于设计要求的 85%。

1H413050　发电设备安装技术

1H413051　电厂锅炉设备安装技术

一、电厂锅炉设备的组成

1. 电厂锅炉系统主要设备

电厂锅炉系统主要设备由锅炉本体设备及锅炉辅助设备两部分组成。

（1）锅炉本体设备包括锅炉钢架、锅筒或汽水分离器及储水箱、水冷壁、过热器、再热器、省煤器、燃烧器、空气预热器、烟道等主要部件，其中超临界和超超临界直流锅炉本体设备只有汽水分离器及储水箱，不含锅筒。

（2）锅炉辅助设备包括送引风设备、给煤制粉设备、吹灰设备、除灰排渣设备等。

2. 电站机组容量

目前国内常规电站机组容量一般为300～1000MW，锅炉蒸发量一般为1000～3150t/h，主要包括亚临界、超临界和超超临界参数的锅炉，热电联产的火电机组多采用350MW超临界直流锅炉，大容量、高参数、热效率高的1000MW超超临界直流锅炉是目前国内电站机组发展的主趋势。

二、电站锅炉主要设备的安装技术

电站锅炉容量大、蒸汽参数高。锅炉设备体积和重量庞大，其锅炉本体要在现场组合安装，包括锅炉钢架、本体受热面、燃烧设备及其本体附属设备的安装。电站锅炉安装的施工单位应具备相应的锅炉特种设备安装许可资质；施工现场应有经审批的施工组织设计、施工方案等技术文件；并在开工前告知当地（市级）特种设备安全监督管理部门。

（一）电厂锅炉安装一般程序

设备清点、检查和验收→基础验收→基础放线→设备搬运及起重吊装→钢架及梯子平台的安装→汽水分离器及储水箱（或锅筒）安装→锅炉前炉膛受热面的安装→尾部竖井受热面的安装→燃烧设备的安装→附属设备安装→仪表保护装置安装→单机试运转→报警及联锁试验→水压试验→锅炉风压试验→锅炉酸洗→锅炉吹管→锅炉热态调试与试运转。

（二）锅炉钢架安装

1. 锅炉钢架的组成及连接方式：锅炉钢架是炉体的支撑构架，全钢结构，承载着受热面、炉墙及炉体其他附件的重量，并决定着炉体的外形。其主要由立柱、横梁、水平支撑、垂直支撑和斜支撑、平台、扶梯、顶板梁等组成。其钢结构的连接方式有两种：焊接和高强度螺栓连接。

2. 锅炉钢架安装程序：基础检查划线→柱底板安装、找正→立柱、垂直支撑、水平梁、水平支撑安装→整体找正→高强度螺栓终紧→平台、扶梯、栏杆安装→顶板梁安装等。

3. 锅炉钢架安装工艺：

（1）锅炉钢架组合安装

1）根据土建移交的中心线进行基础划线，钢架按从下到上，分层、分区域进行吊装。

2）每层安装先组成一个刚度单元再进行扩展安装，每层钢架安装时除必须保证立柱的垂直度和柱间间距外，立柱上、下段接头之间间隙也必须符合规范要求。

3）吊装时，各层平台、扶梯、栏杆安排同步进行，以保证主通道的畅通、安全行走。

4）采取部分构件缓装或部分构件交叉安装方式。为了便于钢架大板梁、受热面组合件及空气预热器大件等设备的安装，可采取部分构件缓装或部分构件交叉安装方式，这样既保证了锅炉大件设备的顺利安装，又将炉架构件缓装区域降低到最低限度，从而保证了锅炉安装的整体稳定性。

（2）钢结构组件吊装

1）钢结构组件吊装主要考虑方形、长圆柱体和三角形等物体。

2）起吊节点的选定。即根据组件的结构、强度、刚度，机具起吊高度，起重索具安全要求等选定。

3）组件绑扎，确保吊装的安全。为了防止组件在吊装时产生滑动、防止梁边锐角对绳索的切割、避免吊绳夹角过大，对组件进行垫衬和捆绑，以确保吊装的安全性。

4）试吊。对重大或重要组件在正式起吊前，先将组件稍稍吊空，然后对机具、索具、夹具和组件有无变形、损坏等异常情况进行全面检查；最后是吊装就位，应吊装一次到位。

（3）钢架安装找正

用弹簧秤配合钢卷尺检查中心位置和大梁间的对角线误差；用经纬仪检查立柱垂直度；用水准仪检查大梁水平度和挠度，板梁挠度在板梁承重前、锅炉水压前、锅炉水压试验上水后及放水后、锅炉整套启动前进行测量。

例如，某660MW机组锅炉钢架的柱脚纵横中心线与基础面板纵横中心线允许误差不大于±5mm，立柱全高的垂直度允许误差为柱长度的1/1000，最大不大于15mm，各立柱中心距偏差不大于间距的1/1000，最大不大于10mm，对角线差不大于1.5/1000对角线长度且不大于15mm。

（三）锅炉受热面组合安装施工要求

1. 锅炉受热面施工程序

锅炉受热面的施工程序：设备及其部件清点检查→合金设备（部件）光谱复查→通球试验与清理→联箱找正划线→管子就位对口焊接→组件地面验收→组件吊装→组件高空对口焊接→组件整体找正等。

2. 锅炉受热面施工要求

（1）锅炉受热面施工场地的确定

锅炉受热面施工场地是根据设备组合后体积、重量以及现场施工条件来决定的。一般而言，设备组装后除体积偏大、重量超过现场起吊能力、炉内空间受限等必须在锅炉现场安装外，其余受热面设备要求首先在给定的组合场内组合，然后运往现场吊装。

（2）锅炉受热面施工形式的选择

锅炉受热面施工形式是根据设备的结构特征及现场的施工条件来决定。组件的组合形式包括直立式和横卧式。

1）直立式组合就是按设备的安装状态来组合支架，将联箱放置（或悬吊）在支架上部，管屏在联箱下面组装。其优点在于组合场占用面积少，便于组件的吊装；其缺点在于钢材耗用量大，安全状况较差。

2）横卧式组合就是将管排横卧摆放在组合支架上与联箱进行组合，然后将组合件竖立后进行吊装。其优点就是克服了直立式组合的缺点；其缺点在于占用组合场面积多，且在设备竖立时，若操作处理不当则可能造成设备变形或损伤。

3）螺旋水冷壁设备采取地面整体预拼装，拼缝留有适当的预收缩量；螺旋水冷壁安装时分层吊装定位，吊带（垂直搭接板）的基准线定位应准确。螺旋水冷壁安装螺旋角偏差控制在 0.5° 之内。

例如，某 600MW 发电机组锅炉水冷壁，包覆过热器根据机具吊装能力和进档情况分片集箱进行地面组合。屏式再热器、末级再热器组根据其本身支承装置情况各组成 7 组，后屏过热器、末级过热器的支承装置进行地面组合，低温过热器与省煤器悬吊管组合成 2 片 1 组，省煤器根据吊板情况进行组合（2 组）。

（3）锅炉受热面组件吊装原则和程序

1）锅炉受热面组件吊装原则

锅炉顶板梁施工验收合格后，即可进行锅炉受热面组件的吊装。锅炉受热面组件吊装的一般原则是：先上后下，先两侧后中间。先中心再逐渐向炉前、炉后、炉左、炉右进行。同一层杆件的吊装顺序为立柱、垂直支撑（斜撑）、横梁、小梁、水平支撑、平台、爬梯、栏杆等。

2）锅炉受热面大件吊装的一般程序

水冷壁上部组件及管排吊装→水冷壁中部组件及管排吊装→炉膛上部过热器组件及管排吊装→炉膛出口水平段过热器或再热器组件及管排吊装→尾部包墙过热器组件及管排吊装→尾部低温再热器、低温过热器、省煤器吊装等。

（四）电站锅炉安装

1. 锅炉钢结构安装

（1）安装前应对高强度螺栓及其连接副进行抽样、检验合格。确认高强度螺栓连接点安装方法，临时螺栓、定位销数量符合规程要求。

（2）每层构架安装结束后检查立柱垂直度、大梁标高并做记录，对高强度螺栓连接质量按规程全面检查确认合格。

（3）钢结构安装后按规程复测柱垂直度、大板梁标高、挠度并做好验收记录，检查所有高强度螺栓连接点终紧质量。

（4）确认除制造厂代表同意而缓装的构架之外所有钢结构已安装完毕，并经必要的加强后才允许大件吊装。

2. 锅炉受热面安装

（1）安装前编制专项施工方案，确认符合制造要求。

（2）安装时受热面安装公差符合电力建设施工技术规范的要求，并有安装公差的完整记录。

（3）管屏吊装时应有专用起吊工具加固结构，并保证安装尺寸符合图纸要求，保证各受热面之间热膨胀间隙，符合图纸要求并做出记录。

（4）水冷壁焊成整体，必须对炉膛尺寸对角线进行测量，并记录符合要求，水冷壁燃烧器喷口及吹灰孔应符合设计要求。

（5）水冷壁、包墙管与刚性梁间必须固定牢固，刚性梁校平装置安装时必须将刚性梁腹板找正呈水平。

3. 燃烧器安装

（1）燃烧器就位再次检查内外部结构，调平喷口位置、角度和尺寸并用压缩空气作冷

态调整。

（2）安装煤粉管道和热风道时不准将其他载荷传递到燃烧器上。

（3）燃油、蒸汽、空气管道安装前，清理管道和阀门并检查合格，安装完毕后，按规定进行水压试验并冲洗干净，冲洗前做好阀门保护工作，冲洗后吹扫干净，签证验收。

4. 锅炉密封

锅炉密封工作结束后，对炉膛进行气密性试验，并处理缺陷至合格，风压试验压力按设备技术文件规定来选择，如无规定时，试验压力可按炉膛工作压力加 0.5kPa 进行正压试验，一般负压锅炉的风压试验值选 0.5kPa。

5. 锅炉整体水压试验

（1）锅炉水压试验前保证设备、原材资料及锅炉安装、焊接、热处理记录报告等验收资料齐全。

（2）确认所有焊接件及固定在受热元件上的临时结构件全部清除。

（3）确认受压元件的焊接工作全部完成，且无损探伤、外观检查合格，焊接应力清除完毕。

（4）确认水压试验方案及现场条件符合要求。

6. 回转式空气预热器安装

严格按照回转式空气预热器安装说明书、图纸及说明规定施工，并认真填写该说明书中规定的项目，施工中对影响预热器漏风系数的径向密封间隙、轴向密封间隙、圆周密封间隙进行严格控制，回转式空气预热器安装后，必须进行冷态调整。

三、锅炉热态调试与试运行

锅炉机组在整套启动以前，必须完成锅炉设备，包括锅炉辅助机械和各附属系统的分部试运行；锅炉的烘炉、化学清洗；锅炉及其主蒸汽、再热蒸汽管道系统的吹洗；锅炉的热工测量、控制和保护系统的调整试验工作。

1. 严密性水压试验

（1）锅炉首次点火前，汽包锅炉应进行一次汽包工作压力下的严密性水压试验，直流锅炉宜进行一次过热器出口工作压力的严密性水压试验。

（2）阀门及未参加水压试验的管道和部件应加强检查；锅炉点火前，上水水质应为合格的除盐水，上水温度及上水速度可参照相应锅炉运行规程或设备技术文件的规定。

（3）水压试验后利用锅炉内水的压力冲洗取样管、排污管、疏水管和仪表管路。

2. 锅炉化学清洗

（1）电站锅炉、蒸发受热面及炉前系统在启动前必须进行化学清洗，由有清洗资质的单位，依照已批准的化学清洗方案及措施进行清洗。

（2）化学清洗方案中应规定相应的安全保护措施和符合环保要求的废液排放措施。化学清洗结束至锅炉启动时间不应超过 20d，如超过 20d 应按现行行业标准的规定采取停炉保养保护措施。

3. 锅炉蒸汽管路的冲洗与吹洗

（1）锅炉吹管的临时管道系统应由具有设计资质的单位进行设计。

（2）在排汽口处加装消声器。

（3）锅炉吹管范围：包括减温水管系统和锅炉过热器、再热器及过热蒸汽管道吹洗。

（4）吹洗过程中，至少有一次停炉冷却（时间 12h 以上），以提高吹洗效果。

4. 锅炉试运行

（1）锅炉机组在安装完毕并完成分部试运行后，必须通过整套启动试运行，试运行时间和程序按现行行业标准有关规定执行。

（2）对施工、设计和设备质量进行考核，检查设备是否达到额定能力，是否符合设计要求。

（3）在试运行时使锅炉升压：在锅炉启动时升压应缓慢，升压速度应控制，尽量减小壁温差以保证分离器储水箱（锅筒）的安全工作，同时仔细对人孔、焊口、法兰等部件认真检查。

（4）发现有泄漏时应及时处理，同时要仔细观察各联箱、分离器储水箱（锅筒）钢架支架等的热膨胀及其位移是否正常。

（5）对于 300MW 级及以上的机组，锅炉应连续完成 168h 满负荷试运行。

5. 试运行完毕后，按规定办理移交签证手续

1H413052 汽轮发电机安装技术

一、汽轮发电机系统设备的分类及组成

（一）汽轮机分类及设备组成

1. 汽轮机分类

汽轮机的分类形式有很多种，常见的分类形式有：

（1）按工作原理可以划分为：冲动式汽轮机，反动式汽轮机，冲动、反动联合汽轮机。

（2）按热力特性可以划分为：凝汽式汽轮机、背压式汽轮机、抽气式汽轮机、抽气背压式汽轮机和中间再热式汽轮机等。

（3）按主蒸汽压力可以划分为：低压汽轮机、中压汽轮机、高压汽轮机、超高压汽轮机、亚临界压力汽轮机、超临界压力汽轮机和超超临界压力汽轮机。

（4）按结构形式可以划分为：单级汽轮机和多级汽轮机。

（5）按气流方向可以划分为：轴流式、辐流式和周流（回流）式汽轮机。

（6）按用途可以划分为：工业驱动和电站汽轮机。

1）工业驱动的汽轮机主要用于驱动工业大型机械设备，如大型风机、水泵、压缩机等，多以小型汽轮机为主。

2）电站汽轮机主要用来带动发电机发电，既带动发电机发电又对外供热的汽轮机称为供热式汽轮机，又称为热电联产汽轮机，这类汽轮机特性有大功率、多级、高参数等特点，多采用轴流式、凝汽式（或抽气式）机组。

2. 汽轮机设备组成

（1）国内常规电站机组单机容量一般为 300～1000MW。随着技术的发展，大容量、高参数、热效率高的 600MW 超临界、1000MW 超超临界机组已经成为国内电站的主力机组。

（2）电站汽轮机设备主要由汽轮机本体设备，以及蒸汽系统设备、凝结水系统设备、给水系统设备和其他辅助设备组成。其中汽轮机本体主要由静止部分和转动部分组成。静止部分包括汽缸、喷嘴组、隔板、隔板套、汽封、轴承及紧固件等；转动部分包括动叶栅、叶轮、主轴、联轴器、盘车器、推力盘、机械危急保安器等。

（二）发电机分类及设备组成

发电机是根据电磁感应原理，通过磁场和绕组的相对运动，将机械能转变为电能。

1. 发电机分类

（1）按原动机类型：汽轮发电机、水轮发电机、风力发电机、柴油发电机和燃气发电机，本条只介绍汽轮发电机。

（2）按冷却方式：外冷式发电机和内冷式发电机。

（3）按冷却介质：气冷、气液冷和液冷等。

（4）按照结构形式：旋转磁极式和旋转电枢式。发电厂的大型发电机属于旋转磁极式。

2. 发电机设备组成

汽轮发电机由定子和转子两部分组成。

（1）旋转磁极式发电机定子主要由机座、定子铁芯、定子绕组、端盖等部分组成。

（2）转子主要由转子锻件、励磁绕组、护环、中心环和风扇等组成。

二、汽轮机主要设备的安装技术要求

（一）汽轮机设备安装程序

1. 大型发电厂的汽轮机低压缸由于体积过大，运输中受涵洞、桥梁、隧道等因素限制，一般散件到货。

2. 散装到货的汽轮机，在安装时要在现场进行汽轮机本体的安装，其设备安装程序为：

基础和设备的验收→垫铁（块）配置→底座（基架）安装→汽缸和轴承座安装→轴承安装→转子安装→导叶持环或隔板的安装→汽封及通流间隙的检查与调整→上、下汽缸闭合→二次灌浆→联轴器安装→汽缸保温→变速齿轮箱和盘车装置安装→调节系统安装→调节系统和保安系统的整定与调试。

（二）电站汽轮机的安装

1. 基础和设备的验收

（1）基础的验收。应包括汽轮机基础的标高检查和各基础相对位置、沉降观测点的检查及建设单位提供基础预压记录。

（2）在设备验收时，除了进行一般性的设备出厂合格证明书、外观、规格型号，以及数量等复检外，还要对汽缸、隔板、转子、轴承、主汽阀，以及其他零部件进行检查。尤其要仔细检查汽缸的接合面、轴颈的表面光洁度，不应有划痕。

2. 汽缸和轴承座安装

一般电站汽轮机的低压缸是分段到货，需要在现场组合装配；对于汽轮机的高中压缸是整体组装供货的，不需要在现场重新组合装配；对于汽轮机高中压缸厂内组装后分散供货到现场的需要现场组合装配，对装配数据需进行测量和调整。轴承座安装是依据轴系中心及各轴瓦间距的要求，对其中心及标高测量调整，使各轴承座安装符合厂家技术要求。

（1）低压缸组合安装

1）低压外下缸组合包括：低压外下缸后段（电机侧）与低压外下缸前段（汽侧）先分别就位，调整水平、标高、找中心后试组合，符合要求后，将前、后段分开一段距离，再次清理检查垂直结合面，确认清洁无异物后再进行正式组合。组合时汽缸找中心的基准可以用激光、拉钢丝、假轴、转子等。

2）低压外上缸组合包括：先试组合，以检查水平、垂直结合面间隙，符合要求后正式组合。

3）低压内缸组合包括：当低压内缸就位找正、隔板调整完成后，低压转子吊入汽缸中并定位后，再进行通流间隙调整。

4）组合好的汽缸，垂直结合面的螺母应在汽缸就位前确认锁紧并采取防松措施，结合面密封焊接时应做好防焊接变形措施。汽缸与轴承座的纵横中心线和中分面标高应符合设计要求，其中汽缸和轴承座中分面的标高允许偏差为1mm，与轴承座的横向水平允许偏差为0.20mm/m，纵向水平与转子扬度匹配。

（2）整体到货的高、中压缸安装

整体到货汽轮机高、中压缸现场不需要组合装配，汽轮机轴通过辅装在缸体端部的运输环对转子和汽缸的轴向、径向定位，但在汽缸就位前要测量运输环轴向和径向的定位尺寸，并以制造厂家的装配记录校核，以检查缸内的转子在运输过程中是否有移动，确保通流间隙不变。

例如，某1000MW超临界汽轮机机组，高压缸为圆筒形结构，整体组装供货，现场安装；中压缸为整体组装供货，现场安装；低压缸为散件供货，现场拼装焊接，低压内缸分上、下两半供货。

3. 转子安装

（1）转子安装：转子吊装、转子测量和转子、汽缸找中心。

（2）转子吊装应使用由制造厂提供并具备出厂试验证书的专用横梁和吊索。

（3）转子测量应包括：轴颈椭圆度、不柱度的测量，推力盘晃度、瓢偏度测量，转子弯曲度测量。

（4）对转子叶片应按制造厂要求进行叶片静频率测试。

（5）转子如有中心孔，应有厂内的探伤检查报告，并应提供质量合格证明。

4. 隔板的安装

（1）隔板安装找中心方法一般有假轴找中心、拉钢丝找中心、激光准直仪找中心。

（2）采用钢丝找中心时，钢丝的固定装置对钢丝紧力和位置应能微调，所用钢丝直径不宜超过0.40mm，钢丝的拉力应为破坏应力的3/4，测量时应对钢丝垂弧进行修正，制造厂有明确要求时，应按其要求执行。

5. 汽封及通流间隙的检查与调整

（1）汽封径向及轴向间隙应符合制造厂要求，现场安装不得随意改动制造厂提供的有关数据。

（2）汽封径向间隙测量时，应将汽封块固定。左右侧间隙应用塞尺测量，上下侧间隙可用贴胶布、压铅丝等方法测量。

（3）当通流部分间隙及汽封轴向间隙不合格时，应由制造厂确定处理方案。

6. 上、下汽缸闭合

（1）连续进行，不得中断

上、下汽缸闭合也称汽轮机扣大盖。汽轮机扣大盖时扣盖区域应封闭管理，无关人员不得进入。扣盖工作从内缸吊装第一个部件开始至上汽缸就位，全程工作应连续进行，不得中断。

（2）进行试扣

汽轮机正式扣盖之前，应将内部零部件全部装齐后进行试扣，以便对汽缸内零部件的配合情况全面检查。试扣前应用压缩空气吹扫汽缸内各部件及其空隙，确保汽缸内部清洁无杂物、结合面光洁，并保证各孔洞通道部分畅通，需堵塞隔绝部分应堵死。

例如，汽轮机安装中，低压缸螺栓大都采用冷紧。汽缸螺栓冷紧时，应先采用50%～60%的规定力矩对汽缸螺栓左右对称进行预紧，然后再用100%的规定力矩进行紧固。对于汽轮机高压缸螺栓采用热紧时，加热应使用专用工具，螺栓应均匀受热，螺纹部位不应直接受到烘烤，热紧螺栓应按冷紧时相同的顺序进行，加热后螺母转动应自如、一次到位；不能一次到位时，应待螺栓完全冷却后，再重新加热热紧。

7. 凝汽器安装

（1）凝汽器壳体的就位和连接

鉴于凝汽器结构尺寸相当庞大，其支承方式多采取通过弹簧支座坐落在凝汽器基础上的支承形式。凝汽器与低压缸排汽口之间的连接，采用具有伸缩性能的中间连接段，凝汽器与汽缸连接的全过程中，不得改变汽轮机的定位尺寸，并不得给汽缸附加额外应力。

（2）凝汽器内部设备、部件的安装

包括管板、隔板冷却管束的安装、连接。凝汽器组装完毕后，汽侧应进行灌水试验。灌水高度宜在汽封洼窝以下100mm，维持24h应无渗漏。已经就位在弹簧支座上的凝汽器，灌水试验前应加临时支撑。灌水试验完成后应及时把水放净。

8. 轴系对轮中心找正

（1）轴系对轮中心找正主要是对高中压对轮中心、中低压对轮中心、低压对轮中心和低发对轮中心的找正。

（2）在轴系对轮中心找正时，首先要以低压转子为基准；其次，对轮找中心通常都以全实缸、凝汽器灌水至模拟运行状态进行调整；再次，各对轮找中心时的端面张口和圆周高低差要有预留值；最后，一般在各不同阶段要进行多次对轮中心的复查和找正。

例如，某工程600MW机组轴系中心找正内容及其各对轮找中心时的开口和高低差预留值分别为：轴系中心找正要进行多次，即：轴系初找；凝汽器灌水至运行重量后的复找；汽缸扣盖前的复找；基础二次灌浆前的复找；基础二次灌浆后的复找；轴系联结时的复找。除第一次初找外，所有轴系中心找正工作都是在凝汽器灌水至运行重量的状态下进行的。

三、发电机设备的安装技术要求

（一）发电机设备安装程序

发电机设备的安装程序是：定子就位→定子及转子水压试验→发电机穿转子→氢冷器安装→端盖、轴承、密封瓦调整安装→励磁机安装→对轮复找中心并连接→整体气密性试验等。

（二）发电机定子安装技术要求

1. 发电机定子的卸车要求

发电机定子较重，如300MW型发电机定子重180～210t，一般由平板车运输进厂，行车经改造后抬吊卸车。600MW型发电机定子重约300t，1000MW型发电机定子重量可达400t以上，卸车方式主要采用液压提升装置卸车或液压顶升平移方法卸车。

2. 发电机定子的吊装技术要求

发电机定子吊装通常有采用液压提升装置吊装、专用吊装架吊装和行车改装系统吊装

三种方案。

例如，某电厂1000MW机组的发电机，型号为THDF125/67，定子外形尺寸约10.094m×5.116m×4.350m，定子总重量为443t。发电机定子起吊位置轴向紧靠发电机基座，并使纵向中心线与安装纵向中心线重合，横向中心线与安装横向中心线平行。吊装采用定子吊装架及4套GCY-200型液压提升装置。液压提升装置将定子起吊至最下缘越过17m的汽轮机运转层平台。用卷扬机滑轮组牵引吊装架及定子沿滑道滑移至就位位置正上方，液压提升装置放下定子，使其就位。

（三）发电机转子安装技术要求

1. 发电机转子穿装前进行单独气密性试验。

重点检查滑环下导电螺钉、中心孔堵板的密封状况，消除泄漏后应再经漏气量试验，试验压力和允许漏气量应符合制造厂规定。

2. 发电机转子穿装工作要求

（1）必须在完成机务（如支架、千斤顶、吊索等服务准备工作）、电气与仪表的各项工作后，会同有关人员对定子和转子进行最后清扫检查，确保其内部清洁，无任何杂物并经签证后方可进行。

（2）转子穿装要求在定子找正完、轴瓦检查结束后进行。转子穿装工作要求连续完成，用于转子穿装的专用工具由发电机制造厂提供，不同的机组有不同的穿转子方法，常用的方法有滑道式方法、接轴的方法、用后轴承座作平衡重量的方法、用两台跑车的方法等。

例如，某1000MW发电机转子总重88t，全长13575mm，最大直径处为1310mm，定子内径为1410mm。发电机转子的穿装采用汽机房两台130/30t行车，以及厂家提供的一套专用滑移工具。转子起吊时，护环、轴颈、风扇、集电环等不得作为着力点，用软性材料缠裹钢丝绳。在转子悬挂处于水平状态时，利用水平仪调整滑架并扳紧连接螺栓。根据联轴器找好汽机转子与发电机转子同心度。找正中心后，应用塞尺或手锤轻敲的办法，检查底板下垫铁接触情况，最后拧紧地脚螺栓。

1H413053　风力发电设备安装技术

一、风力发电设备的组成

1. 风力发电设备的分类

风力发电设备按照安装的区域可分为陆地风力发电设备和海上风力发电设备。

（1）陆地风力发电设备多安装在山地、草原等风力集中的地区，最大单机容量为5MW。

（2）海上风力发电设备多安装在滩头和浅海等地区，最大单机容量为6MW，施工环境和施工条件普遍比较差。

2. 风力发电设备的构成。

风力发电厂一般由多台风机组成，每台风机构成一个独立的发电单元，风机发电设备主要包括塔筒、机舱、发电机、轮毂、叶片、电气设备等。

二、风力发电设备的安装程序

风力发电设备的安装程序：施工准备→基础环平台及变频器、电器柜→塔筒安装→机舱安装→发电机安装→叶片与轮毂组合→叶轮安装→其他部件安装→电气设备安装→调试试运行→验收。

三、风力发电设备安装技术要求

安装前应制定风力发电风机的专项施工方案，明确根据现场条件和风力发电风机设备的特点选择恰当的吊装机械，制定吊装方案，吊车机械要制定防倾倒措施，要有在吊装过程中防止风机设备损伤的针对性措施。

1. 基础环、基础平台、变频器、塔基柜的安装要求

（1）检查清理基础表面，在基础上安装基础环，用力矩扳子紧固固定螺栓达到厂家资料的要求。

（2）检查基础预埋的安装支脚，安装塔底平台后，依次进行变流器、塔底控制柜和水冷柜的吊装就位。

2. 塔筒安装要求

（1）塔筒分多段供货，现场根据塔筒重量、尺寸以及安装高度选择吊车的吊装工况。

（2）按照由下至上的吊装顺序进行塔筒的安装。

1）塔筒结合面法兰清理打磨干净，第一节安装前在第一节塔筒下法兰外缘和内缘各涂一圈密封胶以避免湿气进入塔筒内部。

2）塔筒就位紧固后塔筒法兰内侧的间隙应小于 0.5mm，否则要使用不锈钢片填充，之后依次安装上部塔筒。

3）塔筒螺栓分别使用电动扳手和 2 次液压扳手按相应的拧紧力矩分 3 次进行紧固。

3. 机舱安装要求

（1）检查洗油机舱主轴法兰（用于连接轮毂）和机舱紧固件质量，在螺栓表面涂 MoS_2 润滑脂。

（2）检查液压站、锁紧定位销子。安装风速仪包括安装风速风向仪支架、航空灯、额头及空冷风机罩。

（3）吊装机舱就位后分别使用力矩扳手、电动扳手和 2 次液压扳手按要求的拧紧力矩分 4 次拧紧螺栓。

4. 叶轮安装要求

（1）轮毂、叶片外观没有损伤，轮毂固定在组合支架上与 3 个叶片进行组合。

（2）吊装组合后的叶轮要保持叶片位置和角度的正确，吊装中对叶片与吊绳间进行防护。

（3）叶轮与机舱的螺栓紧固须使用力矩扳手、电动扳手和 2 次液压扳手按要求的拧紧力矩分 4 次拧紧螺栓。

例如，某工程安装 25 台风力发电设备，风机型号为 GW121/2000 型，风力发电设备由塔筒、机舱、发电机、轮毂、叶片等组成，风机叶轮直径 121m，轮毂高度 85m。现场组立 ZSTL151000 轮胎塔式起重机作为主吊机械（95m 工况）；1 台 70t、1 台 100t 汽车起重机作为辅助吊装机械。使用水平仪控制设备的水平度，使用经纬仪控制塔筒的垂直度，使用 400N·m 的力矩扳手、1000N·m 的电动扳手和液压扳手逐次紧固螺栓，用塞尺检测塔筒法兰的间隙。

1H413054 光伏发电设备安装技术

太阳能发电包括光伏发电、光热发电。光热发电又分为槽式光热发电、塔式光热发电两种。

一、光伏发电设备安装技术

（一）光伏发电设备的组成

光伏发电设备主要由光伏支架、光伏组件、汇流箱、逆变器、电气设备等组成。光伏支架包括跟踪式支架、固定支架和手动可调支架等。

（二）光伏发电设备的安装程序

施工准备→基础检查验收→设备检查→光伏支架安装→光伏组件安装→汇流箱安装→逆变器安装→电气设备安装→调试→验收。

（三）光伏发电设备安装技术要求

光伏发电设备安装前应制定光伏发电设备的专项施工方案，明确根据现场条件和光伏发电设备的特点制定具有针对性的施工技术方案，方案中应包括在运输和安装中防止光伏组件损伤的针对性措施。

1. 支架安装要求

（1）固定支架和手动可调支架采用型钢结构的，其支架安装和紧固的紧固度应符合设计要求及《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205—2020 的相关要求。

（2）支架倾斜度角度符合设计要求，手动可调支架调整动作灵活，高度角调整范围满足设计要求；跟踪式支架与基础固定牢固，跟踪电机运转平稳。

2. 光伏组件安装要求

（1）检查光伏组件及各部件设备应完好，光伏组件采用螺栓进行固定，力矩符合产品或设计的要求。

（2）光伏组件之间的接线在组串后应进行光伏组件串的开路电压和短路电流的测试，施工时严禁接触组串的金属带电部位。

3. 汇流箱安装要求

检查汇流箱部件应完好且接线不松动，所有开关和熔断器处于断开状态，汇流箱安装位置符合设计要求，垂直度偏差应小于 1.5mm。

4. 逆变器安装要求

逆变器基础型钢其顶部应高出抹平地面 10mm 并有可靠的接地，逆变器安装方向符合设计要求，逆变器本体的预留孔及电缆管口进行防火封堵。

5. 设备及系统调试

光伏设备及系统调试主要包括光伏组件串测试、跟踪系统调试、逆变器调试、二次系统调试、其他电气设备调试。

二、光热发电设备安装技术

（一）光热发电设备的组成

光热发电设备由集热器设备、热交换器、汽轮发电机等设备组成。

1. 槽式光热发电的集热器由集热器支架（驱动塔架、支架）、集热器（驱动轴、悬臂、反射镜、集热管、集热管支架、管道支架等）及集热器附件等组成。

2. 塔式光热发电的集热设备由定日镜、吸热器钢架和吸热器设备等组成。

（二）光热发电设备的安装程序

1. 塔式光热发电设备安装程序

施工准备→基础检查验收→设备检查→定日镜安装→吸热器钢结构安装→吸热器及

系统管道安装→换热器及系统管道安装→汽轮发电机设备安装→电气设备安装→调试→验收。

2. 槽式光热发电设备安装程序

施工准备→基础检查验收→设备检查→集热器支架安装→集热器及附件安装→换热器及管道系统安装→汽轮发电机设备安装→电气设备安装→调试→验收。

（三）光热发电设备安装技术要求

安装前应制定光热发电设备的专项施工方案、明确根据现场条件和光热设备的特点选择恰当的吊装机械、制定吊装方案。汽轮发电机设备按照 1H413052 汽轮发电机安装技术有关内容执行，换热设备及系统管道的安装按照 1H413030 管道工程施工技术的内容执行。光热发电设备的集热器应按照槽式设备和塔式设备各自制定针对性的安装要求。

1. 槽式光热发电设备集热器安装技术要求

（1）中心架（管）组件的中心轴整体直线度偏差不大于 ±3mm，相邻集热器安装偏差不大于 ±0.5mrad，所有集热器整体安装偏差不大于 ±1.5mrad。

（2）驱动装置旋转角度宜为 ±120°，偏差应小于 ±5°。

（3）集热器应从驱动端到末端进行安装，随动轴与轴承座的间隙应满足厂家技术文件要求。

（4）集热器到 0° 的位置，使用测斜仪的检测设备检查抛物线放到水平位置的误差值应小于 5mm。

（5）每个单元集热器安装后应进行旋转试验，试验转动角度应在 −180° ～180°，偏差在 ±10°。

2. 塔式光热发电集热设备安装技术要求

（1）定日镜与支架固定牢固，安装位置、镜面调整角度符合设计要求。

（2）塔式吸热器的钢结构安装应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205—2020 的相关要求。

（3）塔式吸热器管屏设备内部应清洁，无杂物、无堵塞；安装时应对称进行，单面安装应不多于 2 组。

1H413060　自动化仪表工程安装技术

1H413061　自动化仪表设备安装要求

一、取源部件安装要求

取源部件包括：温度取源部件、压力取源部件、流量取源部件、物位取源部件、分析取源部件安装等。

1. 取源部件安装的一般要求

（1）取源部件的结构尺寸、材质和安装位置应符合设计要求。

（2）设备上的取源部件应在设备制造时同时安装。管道上的取源部件安装应在管道预制或安装的同时进行。

（3）在设备或管道上进行取源部件的开孔和焊接，必须在设备或管道的防腐、衬里和压力试验前进行。在高压、合金钢、有色金属设备和管道上开孔时，应采用机械加工的方法。

（4）安装取源部件时，不应在设备或管道的焊缝及其边缘上开孔及焊接。取源阀门与设备或管道的连接不宜采用卡套式接头。当设备及管道有绝热层时，安装的取源部件应露出绝热层外。

（5）在砌体和混凝土浇筑体上安装的取源部件，应在砌筑或浇筑的同时埋入，埋设深度、露出长度应符合设计和工艺要求，当无法同时安装时，应预留安装孔。安装孔周围应按设计文件规定的材料填充密实，封堵严密。

（6）取源部件安装完毕后，应与设备和管道同时进行压力试验。

2. 温度取源部件安装

（1）温度取源部件与管道垂直安装时，取源部件轴线应与管道轴线相垂直；与管道呈倾斜角度安装时，宜逆着物料流向，取源部件轴线应与管道轴线相交。

（2）在管道的拐弯处安装时，宜逆着物料流向，取源部件轴线应与管道轴线相重合。

3. 压力取源部件安装

（1）压力取源部件的安装位置应选在被测物料流束稳定的位置，其端部不应超出设备或管道的内壁。

（2）压力取源部件与温度取源部件在同一管段上时，应安装在温度取源部件的上游侧。

（3）当检测带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等混浊物料的压力时，在垂直和倾斜的设备和管道上，取源部件应倾斜向上安装，在水平管道上宜顺物料流束成锐角安装。

（4）在水平和倾斜的管道上安装压力取源部件时，取压点的方位要求：

1）测量气体压力时，应在管道的上半部。

2）测量液体压力时，应在管道的下半部与管道水平中心线成0°～45°夹角范围内。

3）测量蒸汽压力时，应在管道的上半部，以及下半部与管道水平中心线成0°～45°夹角范围内。

4. 流量取源部件安装

（1）流量取源部件上、下游直管段的最小长度应符合设计要求，在规定的直管段最小长度范围内，不得设置其他取源部件或检测元件，直管段内表面应清洁，无凹坑或凸出物。

（2）在节流件的上游安装温度计时，温度计与节流件间的直管段距离的要求：

1）当温度计插套或套管直径小于或等于0.03*D*（*D*为管道内径）时，不应小于5*D*。

2）当温度计插套或套管直径在0.03*D*和0.13*D*之间时，不应小于20*D*。

（3）在节流件的下游安装温度计时，温度计与节流件间的直管段距离不应小于管道内径的5倍。

（4）在水平和倾斜的管道上安装节流装置时，取压口的方位要求：

1）测量气体流量时，应在管道的上半部。

2）测量液体流量时，应在管道的下半部与管道水平中心线成0°～45°夹角范围内。

3）测量蒸汽流量时，应在管道的上半部与管道水平中心线成0°～45°夹角范围内。

（5）孔板或喷嘴采用单独钻孔的角接取压时的安装要求：

1）上、下游侧取压孔轴线，分别与孔板或喷嘴上、下游侧端面间的距离，应等于取压孔直径的1/2。

2）取压孔的直径宜为 4～10mm，上、下游侧取压孔直径应相等。

3）取压孔轴线应与管道轴线垂直相交。

（6）孔板采用法兰取压时的安装要求：

1）上、下游侧取压孔的轴线分别与上、下游侧端面间的距离，应符合规范规定。

2）取压孔的轴线，应与管道的轴线垂直相交，上、下游侧取压孔的直径应相等。

（7）采用均压环取压时，取压孔应在同一截面上均匀设置，且上、下游取压孔的数量应相等。

（8）皮托管、均速管等流量检测元件的取源部件的轴线，应与管道轴线垂直相交。

5. 物位取源部件安装

（1）物位取源部件的安装位置，应选在物位变化灵敏，且检测元件不应受到冲击的部位。

（2）内浮筒液位计和浮球液位计采用导向管或其他导向装置时，导向管或导向装置应垂直安装，导向管内液流应畅通。

（3）双室平衡容器安装前应复核制造尺寸，安装应垂直，中心点应与正常液位相重合。

（4）单室平衡容器宜垂直安装，安装标高应符合设计要求。

（5）补偿式平衡容器安装固定时，应设置防止因被测容器的热膨胀而被损坏的措施。

（6）安装浮球式液位仪表的法兰短管应使浮球能在全量程范围内自由活动。

（7）电接点水位计的测量筒应垂直安装，筒体零水位电极的中轴线与被测容器正常工作时的零水位线应处于同一高度。

（8）静压液位计取源部件的安装位置应远离液体进、出口。

（9）重锤料位计取源部件的安装位置应在容器中心与侧壁之间，应垂直安装。

（10）雷达、超声波等的取源部件应使检测元件与被测对象区域内无遮挡物，并应远离物料进出口。

6. 分析取源部件安装

（1）分析取源部件应安装在压力稳定、能灵敏反映真实成分变化和取得具有代表性的分析样品的位置。取样点周围不应有层流、涡流、空气渗入、死角、物料堵塞或非生产过程的化学反应。

（2）被分析的气体内含有固体或液体杂质时，取源部件的轴线与水平线之间的仰角应大于 15°。

（3）在水平和倾斜的管道上安装分析取源部件时，安装方位与安装压力取源部件的要求相同。

二、仪表设备安装要求

仪表设备是指仪表盘（柜、箱）、温度检测仪表、压力检测仪表、流量检测仪表、物位检测仪表、机械量检测仪表、成分分析和物性检测仪表、执行器等。

1. 仪表设备安装的一般要求

（1）仪表中心距操作地面的高度宜为 1.2～1.5m；显示仪表应安装在便于观察示值的位置。

（2）安装过程中不应敲击、振动仪表。仪表安装后应牢固、平正。仪表与设备、管道或构件的连接及固定部位应受力均匀，不应承受非正常的外力。

（3）设计要求需要脱脂的仪表，应经脱脂检查合格后安装。

（4）直接安装在管道上的仪表，宜在管道吹扫后安装，当必须与管道同时安装时，在管道吹扫前应将仪表拆下。

（5）直接安装在设备或管道上的仪表在安装完毕应进行压力试验。

（6）仪表接线箱（盒）应采取密封措施，引入口不宜朝上。

（7）对仪表和仪表电源设备进行绝缘电阻测量时，应有防止弱电设备及电子元件被损坏的措施。

（8）现场总线仪表线路连接应为并联方式，且每条现场总线上的仪表数量、总线的最大距离应符合设计要求。

（9）核辐射式仪表安装前应编制具体的安装方案，安装中的安全防护措施应符合国家现行有关放射性同位素工作卫生防护标准的规定。在安装现场应有明显的警戒标识。

2. 仪表盘、柜、箱安装

（1）仪表盘、柜、箱的型钢底座应在地面施工完成前安装找正，其上表面宜高出地面。

（2）仪表盘、柜、操作台之间及仪表盘、柜、操作台内各设备构件之间的连接应牢固，安装用的紧固件应为防锈材料。安装固定不应采用焊接方式。

3. 温度检测仪表安装

（1）测温元件安装在易受被测物料强烈冲击的位置时，应按设计要求采取防弯曲措施。

（2）压力式温度计的感温包必须全部浸入被测对象中。

（3）在多粉尘的部位安装测温元件，应采取防止磨损的措施。

（4）表面温度计的感温面与被测对象表面应紧密接触，并应固定牢固。

例如，汽机轴瓦温度计安装程序如下：

（1）开箱检查。根据施工图纸核实数量、合格证并进行外观检查。

（2）温度计安装。待机械安装专业人员拆卸轴瓦并放置妥当后，清理污油与温度计测孔，将温度计拧进测孔，注意温度计要顶紧，不要留有间隙。

（3）钻孔攻丝。如轴瓦盘上没有预留温度计线固定孔，则需用手电钻钻眼，攻丝：注意钻眼位置应选择合适地方，不得有碍扣瓦工作或不便下步穿线检修等。

（4）引线固定。根据设计将温度计延长线套入保护套管，并用耐油扎带可靠紧固，固定在预留或自己制作的固定点处；固定好后要用万用表测量温度计，温度计应完好无损。

（5）引出轴承座密封。待机械安装专业人员固定好轴瓦后将温度计引线穿出轴座引出孔，用密封胶套密封，万用表测量温度计完好无损。

（6）终检。待机械安装专业人员完成轴承上轴瓦压盖安装后，再次测量温度计是否完好。

4. 压力检测仪表安装

（1）测量低压的压力表或变送器的安装高度，宜与取压点的高度一致。

（2）测量高压的压力表安装在操作岗位附近时，安装高度宜在操作平台面 1.8m 以上，或在仪表正面加保护罩。

（3）现场安装的压力表，不应固定在有强烈振动的设备或管道上。

5. 流量检测仪表安装

（1）节流件安装要求

1）节流件安装前应进行清洗，清洗时不应损伤节流件。

2）节流件必须在管道吹洗后确定节流件安装方向，必须使流体从节流件的上游端面流向节流件的下游端面，孔板的锐边或喷嘴的曲面侧迎着被测流体的流向。

3）在水平和倾斜的管道上安装的孔板或喷嘴，当排泄孔流体为液体时，排泄孔的位置应在管道的正上方，流体为气体或蒸汽时，排泄孔的位置应在管道的正下方。

4）节流件的端面应垂直于管道轴线，其允许偏差应为1°，节流件应与管件或夹持件同轴，其轴线与上、下游管道轴线之间的误差应符合规范规定。

（2）流量计安装要求

1）涡轮流量计和涡街流量计的信号线应使用屏蔽线，其上、下游直管段的长度应符合设计文件的要求。

2）质量流量计应安装于被测流体完全充满的水平管道上。测量气体时，箱体管应置于管道上方；测量液体时，箱体管应置于管道下方。

3）电磁流量计安装：流量计外壳、被测流体和管道连接法兰之间应等电位接地连接；在垂直的管道上安装时，被测流体的流向应自下而上，在水平的管道上安装时，两个测量电极不应在管道的正上方和正下方位置；流量计上游直管段长度和安装支撑方式应符合设计文件的要求。

4）超声波流量计上、下游直管段长度应符合设计要求；对于水平管道，换能器的位置应在与水平直线成45°夹角的范围内；被测管道内壁不应有影响测量精度的结垢层或涂层。

6. 物位检测仪表安装

（1）浮筒液位计的安装应使浮筒呈垂直状态，垂直度允许偏差为2mm，浮筒中心应处于正常操作液位或分界液位的高度。

（2）超声波物位计不应安装在进料口的上方；传感器宜垂直于物料表面；在信号波束角内不应有遮挡物；物料的最高物位不应进入仪表的盲区。

（3）雷达物位计不应安装在进料口的上方，传感器应垂直于物料表面。

（4）射频导纳物位计不应安装在进料口的上方，传感器的中心探杆和屏蔽层与容器壁不应接触，应绝缘良好；安装螺纹或法兰与容器应连接牢固、电气接触良好。

（5）用差压计或差压变送器测量液位时，仪表安装高度不应高于下部取压口。

7. 机械量检测仪表安装

（1）电阻应变式称重仪表的安装要求：

1）负荷传感器的安装和承载应在称重容器及其所有部件和连接件的安装完成后进行。

2）负荷传感器应安装为垂直状态，传感器的主轴线应与加荷轴线相重合，各个传感器的受力应均匀。

3）当有冲击负荷时，应按设计文件规定采取缓冲措施。

4）称重容器与外部的连接应为软连接；水平限制器的安装应符合设计要求；传感器的支撑面及底面均应平滑，不得有锈蚀、擦伤及杂物。

（2）机械量仪表的涡流传感器探头与前置放大器之间应用专用同轴电缆连接，电缆阻抗应与探头和前置放大器相匹配。

8. 成分分析和物性检测仪表安装

（1）被分析样品的排放管应直接与排放总管连接，总管应引至室外安全场所，其集液

处应有排液装置。

（2）可燃气体检测器和有毒气体检测器的安装位置应根据所检测气体的密度确定，其密度大于空气时，检测器应安装在距地面200～300mm处，其密度小于空气时，检测器应安装在泄漏区域的上方。

9. 执行器安装

（1）在调节机构的附近，不得有碍于通行和调节检修，并应便于操作和维护。

（2）执行机构的机械动作应灵活、无松动及卡涩现象。执行机构的连杆长度应能调节，并应使调节机构在全开到全关的范围内动作灵活、平稳。

三、控制仪表和综合控制系统设备安装

1. 安装前条件：

（1）基础底座安装完毕；地板、顶棚、内墙、门窗施工完毕。

（2）空调系统已投入运行；供电系统及室内照明施工完毕并已投入运行。

（3）接地系统施工完毕，接地电阻符合设计要求。

2. 在控制室内安装的各类控制、显示、记录仪表和辅助单元以及综合控制系统设备，在开箱和搬运中应防止剧烈振动和避免灰尘、潮气进入设备。

3. 综合控制系统设备安装就位后应保证产品要求的供电条件、温度和湿度，保持室内清洁。

1H413062 自动化仪表线路及管路安装要求

一、自动化仪表线路安装要求

1. 仪表线路安装的一般要求

（1）电缆电线敷设前，应进行外观检查和导通检查，并应用兆欧表测量绝缘电阻，其绝缘电阻值不应小于5MΩ。

（2）线路周围环境温度超过65℃时应采取隔热措施；附近有火源时应采取防火措施。

（3）线路不得敷设在易受机械损伤、腐蚀性物质排放、潮湿、强磁场和强静电场干扰的位置。

（4）线路不宜敷设在高温设备和管道上方，也不宜敷设在具有腐蚀性液体的设备和管道的下方；线路与绝热的设备及管道绝热层之间的距离应大于或等于200mm，与其他设备和管道之间的距离应大于或等于150mm。

（5）电缆不应有中间接头，当需要中间接头时，应在接线箱或接线盒内接线，接头宜采用压接；当采用焊接时，应采用无腐蚀性焊药。补偿导线应采用压接。同轴电缆和高频电缆应采用专用接头。

（6）线路敷设完毕，要测量电缆电线的绝缘电阻。并应进行校线和标号，在线路终端处，应加标志牌。

2. 导管安装

（1）在粉尘、蒸汽、腐蚀性或潮湿气体区域敷设电缆导管时，其两端管口应密封。

（2）电缆导管与检测元件或现场仪表之间，宜用金属挠性管连接，并应设有防水弯。与现场仪表箱、接线箱、接线盒等连接时应密封，并应固定牢固。

3. 电缆、电线及光缆敷设

（1）敷设塑料绝缘电缆时环境温度要求不低于0℃，敷设橡皮绝缘电缆时环境温度要求不低于−15℃。

（2）补偿导线应在穿电缆导管或在电缆桥架内敷设，不得直接埋地敷设。当补偿导线与测量仪表之间不采用切换开关或冷端温度补偿器时，宜将补偿导线和仪表直接连接。

（3）同轴电缆和高频电缆的连接应采用专用接头。

（4）在光纤连接前和光纤连接后均应对光纤进行测试；光缆的弯曲半径不应小于光缆外径的15倍；光缆敷设完毕，光缆端头应做密封防潮处理。

（5）在电缆桥架内，交流电源线路和仪表信号线路应用金属隔板隔开敷设。

（6）明敷设的仪表信号线路与具有强磁场和强静电场的电气设备之间的净距离宜大于1.50m；当采用屏蔽电缆或穿金属电缆导管以及金属槽式电缆桥架内敷设时，宜大于0.80m。

（7）仪表信号线路、仪表供电线路、安全联锁线路、补偿导线及本质安全型仪表线路和其他特殊仪表线路，应分别采用各自的电缆导管。

（8）信号回路的接地点，应在显示仪表侧，当采用接地型热电偶和检测元件已接地时，在显示仪表侧不应再接地。

4. 仪表配线

（1）仪表盘、柜、箱内的线路宜敷设在汇线槽内，在小型接线箱内可明线敷设。当明线敷设时，电缆电线束应采用由绝缘材料制成的扎带扎牢，扎带间距宜为100～200mm。

（2）仪表接线前应校线，线端应有标号。多股芯线端头宜采用接线端子，电线与接线端子的连接应压接。

（3）接线端子板的安装应牢固。当端子板在仪表盘、柜、箱底部时，距离基础面的高度不宜小于250mm。当端子板在顶部或侧面时，与盘、柜、箱边缘的距离不宜小于100mm。多组接线端子板并排安装时，其间隔净距离不宜小于200mm。

5. 爆炸和火灾危险环境的仪表线路及仪表设备安装

（1）防爆设备必须有铭牌和防爆标识，并应在铭牌上标明国家授权的机构颁发的防爆合格证编号。

（2）防爆仪表和电气设备接入电缆时，应采用防爆密封圈密封或用密封填料进行封固，外壳上多余的孔应做防爆密封，弹性密封圈的一个孔应密封一根电缆。

（3）电缆桥架或电缆沟道通过不同等级的爆炸危险区域的分隔间壁时，在分隔间壁处必须做充填密封。

（4）爆炸危险区域的电缆导管安装：

1）电缆导管之间及电缆导管与接线箱（盒）之间，应采用螺纹连接，螺纹有效啮合部分不应少于5扣，螺纹处应涂电力复合脂，不得使用麻、绝缘胶带、涂料等，并应用锁紧螺母锁紧，连接处应保证良好的电气连续性。

2）当电缆导管穿过不同等级爆炸危险区域的隔墙时，分界处应用防爆管件并充填密实。

3）当电缆导管与仪表、检测元件、电气设备、接线箱连接时，或进入仪表盘、柜、箱时，应安装防爆密封管件，并应充填密封。

（5）本质安全型仪表线路的安装：

1）本质安全电路和非本质安全电路不得共用一根电缆或穿同一根电缆导管。

2）采用芯线无分别屏蔽的电缆或无屏蔽的导线时，两个及其以上不同回路的本质安全电路，不得共用同一根电缆或穿同一根电缆导管。

3）本质安全电路与非本质安全电路在同一电缆桥架或同一电缆沟道内敷设时，应采用接地的金属隔板或绝缘板隔离，或分开排列敷设，其间距应大于50mm，并应分别固定牢固。

4）本质安全电路与非本质安全电路共用一个接线箱时，本质安全电路与非本质安全电路接线端子之间应采用接地的金属板隔开。

5）仪表盘、柜、箱内的本质安全电路与关联电路或其他电路的接线端子之间的间距，不得小于50mm；当间距不符合要求时，应采用高于端子的绝缘板隔离。

6）仪表盘、柜、箱内的本质安全电路敷设配线时，应与非本质安全电路分开，应采用有盖汇线槽或绑扎固定，线束固定点应靠近接线端。

（6）对爆炸危险区域的线路进行连接时，必须在设计要求采用的防爆接线箱内接线。接线必须牢固可靠、接地良好，并应有防松和防拔脱装置。

二、自动化仪表管路安装要求

1. 仪表管路安装的一般要求

（1）仪表管道安装前应将内部清扫干净，管端应临时封闭。需要脱脂的管道应经过脱脂合格后再安装。

（2）仪表管道埋地敷设时，必须经试压合格和防腐处理后再埋入。直接埋地的管道连接时必须采用焊接，并应在穿过道路、沟道及进出地面处设置保护套管。

（3）仪表管道在穿墙和过楼板处，应加装保护套管或保护罩，管道接头不应在保护套管或保护罩内。当管道穿过不同等级的爆炸危险区域、火灾危险区域和有毒场所的分隔间壁时，保护套管或保护罩应密封。

（4）仪表管道引入安装在有爆炸和火灾危险、有毒及有腐蚀性物质环境的盘、柜、箱时，其引入孔处应密封。

（5）不锈钢管固定时，不应与碳钢材料直接接触。不锈钢管与支架、固定卡子之间宜加设隔离垫板。

（6）仪表管道支架间距：钢管水平安装时宜为1.00～1.50m，垂直安装时宜为1.50～2.00m；铜管、铝管、塑料管及管缆水平安装时宜为0.50～0.70m，垂直安装时宜为0.70～1.00m。

（7）高压钢管的弯曲半径宜大于管子外径的5倍，其他金属管的弯曲半径宜大于管子外径的3.5倍，塑料管的弯曲半径宜大于管子外径的4.5倍。

（8）直径小于13mm的铜管和不锈钢管，宜采用卡套式接头连接，也可采用承插法或套管法焊接连接。承插法焊接时，其插入方向应顺着流体流向。

（9）仪表管道与仪表设备连接时，应连接严密，且不得使仪表设备承受机械应力。

2. 测量管道安装

（1）测量管道水平敷设时，应根据不同的物料及测量要求，有1∶10～1∶100的坡度，其倾斜方向应保证能排除气体或冷凝液，当不能满足时，应在管道的集气处安装排气装置，在集液处安装排液装置。

（2）测量管道与高温设备、高温管道及低温管道连接时，应采取热膨胀补偿措施。

（3）测量压差的正压管和负压管应安装在环境温度相同的位置。

（4）当测量管道与玻璃管微压计连接时，应采用软管。管道与软管的连接处，应高出仪表接头 150～200mm。

（5）测量管道与设备、工艺管道或建筑物表面之间的距离不得小于 50mm。测量油类和易燃、易爆物质的测量管道与热表面的距离不宜小于 150mm，且不应平行敷设在其上方。

（6）低温管道敷设应采取膨胀补偿措施。

（7）低温管及合金管下料切断后，必须移植原有标识。薄壁管、低温管或钛管，严禁使用钢印作标识。

3. 气动信号管道安装

（1）气动信号管道应采用紫铜管、不锈钢管或聚乙烯管、尼龙管。

（2）气动信号管道安装无法避免中间接头时，应采用卡套式接头连接；气动信号管道终端应配装可拆卸的活动连接件。

4. 气源管道安装

（1）气源管道采用镀锌钢管时，应用螺纹连接，拐弯处应采用弯头，连接处应密封，缠绕密封带或涂抹密封胶时，不得使其进入管内；采用无缝钢管时，应焊接连接，焊接时焊渣不得落入管内。

（2）气源管道末端和集液处应有排污阀，排污管口应远离仪表、电气设备和线路。水平干管上的支管引出口应在干管的上方。

（3）气源系统安装完毕后应进行吹扫，吹扫气应使用合格的仪表空气，先吹总管，再吹干管、支管及接至各仪表的管道。

（4）气源装置使用前，应按设计文件规定整定气源压力值。

5. 盘、柜、箱内仪表管道

（1）当仪表管道引入安装在有爆炸和火灾危险、有毒、有害及有腐蚀性物质环境的仪表盘、柜、箱时，其管道引入孔处应密封。

（2）仪表管道应敷设在不妨碍操作和维修的位置，仪表管道与仪表线路应分开敷设。

6. 仪表管路管道试验

（1）水压试验介质应使用洁净水，奥氏体不锈钢管道进行试验时，水中氯离子含量不得超过 25ppm（25×10^{-6}）。在环境温度 5℃以下进行试验时，应采取防冻措施。

（2）液压试验的压力应为设计压力的 1.5 倍。当达到试验压力后，应稳压 10min，再将试验压力降至设计压力，稳压 10min，应无压降，并应无渗漏。

（3）气压试验介质应使用空气或氮气，试验温度严禁接近管道材料的脆性转变温度。

（4）气压试验的压力应为设计压力的 1.15 倍，试验时应逐步缓慢升压，达到试验压力后，应稳压 10min，再将试验压力降至设计压力，应稳压 5min，采用发泡剂检验应无泄漏。

（5）真空管道压力试验应采用 0.2MPa 气压试验压力。达到试验压力后，稳压 15min，采用发泡剂检验应无泄漏。

（6）测量和输送易燃易爆、有毒、有害介质的仪表管道，必须进行管道压力试验和泄

漏性试验。

（7）当工艺系统规定要求进行真空度或泄漏性试验时，其内的仪表管道系统应与工艺系统一起进行试验。

（8）仪表气源管道、气动信号管道或设计压力小于或等于0.6MPa的仪表管道，宜采用气体作为试验介质。

三、仪表管路脱脂要求

1. 脱脂施工的一般要求

（1）脱脂溶剂的选用

1）金属件的脱脂应选用工业用二氯乙烷、四氯乙烯。

2）黑色金属和有色金属的脱脂应选用工业用三氯乙烯。

3）铝制品的脱脂应选用10%的氢氧化钠溶液。

4）工作物料为浓硝酸的仪表、控制阀、管子和其他管道组成件的脱脂应选用65%的浓硝酸。

（2）脱脂注意事项

1）当采用二氯乙烷、四氯乙烯和三氯乙烯脱脂时，脱脂件应干燥、无水分。

2）接触脱脂件的工具、量具及仪器应经脱脂合格后再使用。

3）脱脂合格的仪表、控制阀、管子和其他管道组成件应封闭保存，并应加设标识；安装时严禁被油污染。

2. 脱脂方法

（1）有明显锈蚀的管道部位，应先除锈再脱脂。

（2）采用擦洗法脱脂时，应使用不易脱落纤维的布或丝绸，不得使用棉纱。脱脂后，脱脂件上严禁附着纤维。

（3）当用蒸汽吹洗脱脂件时，应将颗粒度小于1mm的数粒纯樟脑放入蒸汽冷凝液内，樟脑在冷凝液表面应不停旋转。

（4）当用浓硝酸脱脂时，浓硝酸中所含有机物的总量不应超过0.03%。

3. 脱脂合格要求

（1）当用清洁干燥的白滤纸擦洗脱脂件表面时，纸上应无油迹。

（2）当用紫外线灯照射脱脂表面时，应无紫蓝荧光。

四、仪表设备接地要求

1. 仪表设备接地一般要求

（1）供电电压高于36V的现场仪表的外壳，仪表盘、柜、箱、支架、底座等正常不带电的金属部分，均应做保护接地。

（2）各仪表回路应只有一个信号回路接地点。信号回路的接地点应在显示仪表侧，当采用接地型热电偶和检测元件已接地的仪表时，在显示仪表侧不应再接地。

（3）在中间接线箱内，主电缆分屏蔽层应用端子将对应的二次电缆屏蔽层进行连接，不同的屏蔽层应分别连接，不应混接，并应绝缘。

（4）仪表及控制系统的工作接地、保护接地应共用接地装置。

（5）仪表保护接地系统应接到电气工程低压电气设备的保护接地网上，连接应牢固可靠，不应串联接地。

（6）接地系统的连线应采用铜芯绝缘电线或电缆，并应采用镀锌螺栓紧固。仪表盘、柜、箱内的接地汇流排应采用铜材，并应采用绝缘支架固定。接地总干线与接地体之间应采用焊接。

（7）当控制室、机柜室内的接地干线采用扁钢时，应进行绝缘，并应绝缘到接地装置连接点。

2. DCS 系统接地要求

DCS 系统的接地有三部分：系统电源接地、信号屏蔽接地、机柜安全接地，在 DCS 机柜内安装有三块接地铜排，分别与三个接地对应。三根铜排在 DCS 系统内互相绝缘。每根铜排要求各自独立连接到电气全厂接地网上，中间无其他系统的地线接入。

（1）计算机监控系统在全厂电气接地网上的接地点应与大型电气设备的接地点之间保持足够的距离并符合制造单位要求。

（2）每个机柜的系统电源地、信号屏蔽地、机柜安全地分别汇总接至电源柜或接地柜三根铜排上，分别引至总接地点，总接地电阻符合设计要求。

（3）DCS 机柜要求浮空，底座与机柜间铺设绝缘材料，盘柜与底座连接螺栓应带绝缘套管。

1H413063 自动化仪表的调试要求

仪表调试程序应先单体设备或部件调试，后局部、区域调试和回路调试，最后整体系统联调。仪表试验包括：单台仪表的校准和试验、仪表电源设备的试验、综合控制系统的试验、回路试验和系统试验。仪表回路试验和系统试验必须全部检验。

一、自动化仪表调试的一般要求

1. 仪表在安装前，应进行检查、校准和试验。仪表安装前的校准和试验应在室内进行。试验室无电磁场干扰；室内温度保持在 10～35℃。

2. 仪表试验的电源电压应稳定。交流电源及 60V 以上的直流电源电压波动不应超过 ±10%，60V 以下的直流电源电压波动不应超过 ±5%。

3. 仪表试验的气源应清洁、干燥、压力稳定，露点比最低环境温度低 10℃以上。

4. 校准和试验用的标准仪器仪表应具备有效的计量检定合格证明，其基本误差的绝对值不宜超过被校准仪表基本误差绝对值的 1/3。

5. 仪表工程在系统投用前应进行回路试验；仪表回路试验的电源和气源宜由正式电源和气源供给。

6. 仪表校准和试验的条件、项目、方法应符合设计要求。对于施工现场不具备校准条件的仪表，可对检定合格证明的有效性进行验证。

7. 单台仪表的校准点应在仪表全量程范围内均匀选取，一般不应少于 5 个点；回路试验时，仪表校准点不应少于 3 个点。

二、单台仪表的校准和试验

1. 数字式显示仪表的示值应清晰、稳定，在测量范围内其示值误差应符合仪表准确度的规定。

2. 浮筒式液位计可采用干校法或湿校法校准。储罐液位计、料面计可在安装完成后直接模拟物位进行校准。

3. 称重仪表及其传感器可在安装完成后直接均匀加载标准重量进行校准。

4. 测量位移、振动、转速等机械量的仪表，可使用专用试验设备进行校准和试验。

5. 控制阀和执行机构的试验：

（1）阀体压力试验和阀座密封试验等项目，可对制造厂出具的产品合格证明和试验报告进行验证，对事故切断阀应进行阀座密封试验。

（2）应进行膜头、缸体泄漏性试验以及行程试验。

（3）事故切断阀和设计规定了全行程时间的阀门，应进行全行程时间试验。

（4）执行机构在试验时应调整到设计要求的工作状态。

6. 分析仪表的显示仪表部分应按照本节对显示仪表的要求进行校准。其检测、传感、转换等性能的试验和校准，包括对试验用标准样品的要求，均应符合设计要求。

7. 单元组合仪表、组装式仪表等应对各单元分别进行试验和校准，其性能要求和准确度应符合产品技术文件的规定。

8. 单台仪表校准和试验应填写校准和试验记录；仪表上应有试验状态标识和位号标识；仪表需加封印和漆封的部位应加封印和漆封。

9. 变送器、转换器应进行输入输出特性试验和校准。其准确精度应符合设计要求，输入输出信号范围和类型应与名牌标识、设计要求一致，并应与显示仪表配套，还应按设计和使用要求进行零点、量程调整和零点迁移调整。

三、仪表电源设备的试验

1. 电源设备的带电部分与金属外壳之间的绝缘电阻，当采用 500V 兆欧表测量时，不应小于 5MΩ。

2. 电源设备应进行输出特性检查；不间断电源应进行自动切换性能试验。

四、综合控制系统的试验

1. 综合控制系统应在回路试验和系统试验前在控制室内对系统本身进行试验。

2. 分散控制系统试验：

（1）系统通信功能试验。

（2）应模拟输入进行运算功能、控制功能、报警联锁功能试验，在操作站应查看对应功能显示，同时应测量相应控制输出值。

（3）系统冗余功能、断电恢复功能试验。

五、回路试验和系统试验

1. 回路试验应根据现场情况和回路的复杂程度，按回路位号和信号类型合理安排。回路试验应做好试验记录。

2. 综合控制系统可先在控制室内以与就地线路相连的输入输出端为界进行回路试验，再与现场仪表连接进行整个回路的试验。

3. 检测回路试验：

（1）在检测回路的信号输入端输入模拟被测变量的标准信号，回路的显示仪表部分的示值误差，不应超过回路内各单台仪表允许基本误差平方和的平方根值。

（2）温度检测回路可在检测元件的输出端向回路输入电阻值或毫伏值模拟信号。

（3）当现场不具备模拟被测变量信号的回路时，应在其可模拟输入信号的最前端输入信号进行回路试验。

4. 控制回路试验：

（1）控制器和执行器的作用方向应符合设计要求。

（2）通过控制器或操作站的输出向执行器发送控制信号，检查执行器的全行程动作方向和位置应正确。执行器带有定位器时应同时试验。

（3）当控制器或操作站上有执行器的开度和起点、终点信号显示时，应同时进行检查和试验。

5. 报警系统试验：

（1）系统中有报警信号的仪表设备，包括各种检测报警开关、仪表的报警输出部件和接点，应根据设计文件规定的设定值进行整定。

（2）在报警回路的信号发生端模拟输入信号，检查报警灯光、音响和屏幕显示应正确。报警点整定后宜在调整器件上加封记。

（3）报警的消声、复位和记录功能应正确。

6. 程序控制系统和联锁系统试验：

（1）程序控制系统和联锁系统有关装置的硬件和软件功能试验已经完成，系统相关的回路试验已经完成。

（2）系统中的各有关仪表和部件的动作设定值，应根据设计要求进行整定。

（3）联锁点多、程序复杂的系统，可先分项、分段进行试验，再进行整体检查试验。

（4）程序控制系统的试验应按程序设计的步骤逐步检查试验，其条件判定、逻辑关系、动作时间和输出状态等均应符合设计要求。

（5）在进行系统功能试验时，可采用已试验整定合格的仪表和检测报警开关的报警输出接点直接发出模拟条件信号。

（6）系统试验中应与相关的专业配合，共同确认程序运行和联锁保护条件及功能的正确性，并对试验过程中相关设备和装置的运行状态和安全防护采取必要措施。

1H413070 防腐蚀工程施工技术

1H413071 设备及管道防腐蚀工程施工方法

一、设备及管道腐蚀类型和防腐蚀措施

（一）设备及管道腐蚀类型

1. 按照金属腐蚀机理分类：化学腐蚀、电化学腐蚀。例如，不锈钢与非合金钢、低合金钢接触存在铁离子、铬离子电位差而形成微电池，产生电化学腐蚀；氯离子对不锈钢发生化学腐蚀溶解其表面钝化膜而产生点蚀（孔蚀），这些小蚀坑便是孔蚀核，在自然条件下，含氯离子的介质中含有氧或阳离子氧或阳离子氧化剂时，电化学腐蚀能促使蚀核长大成蚀孔。

2. 按照腐蚀环境分类：大气腐蚀、土壤腐蚀、海水腐蚀、淡水腐蚀、化学介质腐蚀、高温腐蚀等。

3. 按照破坏形态分类：全面腐蚀、局部腐蚀。

（二）设备及管道防腐蚀措施

设备及管道本体材料应符合设计文件规定，并采取下列技术措施：介质处理、覆盖

层、电化学保护、添加缓蚀剂。

1. 介质处理

包括去除介质中促进腐蚀的有害成分，调节介质的pH值及改变介质的湿度等。例如，锅炉给水的除氧；在管道输送原油前，必须脱出原油中水及其他腐蚀性成分。

2. 覆盖层

金属表面覆盖层是指在金属表面喷、衬、渗、镀、涂上一层耐蚀性较好的金属或非金属物质，使被保护金属表面与介质隔离，降低金属腐蚀的速度。设备及管道覆盖层主要有下列几种形式：

（1）涂料涂层

是以各种非金属涂料涂覆形成的涂层，例如，以环氧树脂类涂料涂覆形成的环氧涂层、以聚氨酯类涂料涂覆形成的聚氨酯涂层等。涂料涂层一般比较薄，常用于设备及架空管道的防腐。

（2）金属涂层

是利用某种热源，如电弧、等离子弧、燃烧火焰等将粉末状或丝状的金属涂层材料加热到熔融或半熔融状态，然后借助焰流本身的动力或外加的高速气流雾化并以一定的速度喷射到经过预处理的基体材料表面，与基体材料结合而形成具有各种功能的表面金属覆盖层。金属涂层常用于设备或储罐的外壁防腐。

（3）衬里

1）衬里是一种综合利用不同材料的特性、具有较长使用寿命的防腐方法。根据不同介质条件，在金属设备及管道内衬金属或非金属材料，将其金属表面与工艺介质隔开，防止金属的腐蚀。对于温度、压力较高的场合，可衬耐蚀金属，如不锈钢、钛、铜、铝等。

2）常用衬里方法：块材衬里、纤维增强塑料衬里、橡胶衬里、塑料衬里、玻璃鳞片衬里、铅衬里、喷涂聚脲衬里、氯丁胶乳水泥砂浆衬里等。

（4）管道防腐层

用于土壤、淡水、海水等腐蚀性较强环境中的钢质管道，对覆盖层的防腐性能要求较高，通常称为管道防腐层。常用类型有：三层聚乙烯防腐层、环氧粉末防腐层、环氧煤沥青防腐层等。

3. 电化学保护

电化学保护是利用金属电化学腐蚀原理对设备或管道进行保护，分为阳极保护和阴极保护两种形式。例如，硫酸设备等化工设备和设施可采用阳极保护技术；埋地钢质管道、管网以及储罐常采用阴极保护技术。

4. 添加缓蚀剂

在腐蚀环境中，通过添加少量能阻止或减缓金属腐蚀速度的物质以保护金属的方法，称为缓蚀剂保护。例如，加入乌洛托品等缓蚀剂可减轻炼油装置的腐蚀。

二、防腐蚀施工方法

（一）涂料涂层

1. 刷涂法

刷涂法是一种最简单的手工涂装方法。采用刷涂法施工的主要优点：漆膜渗透性强，可以深入细孔、缝隙中；工具简单，投资少，操作容易，适应性强；对工件形状要求不

严，节省涂料等。缺点：该施工方法劳动强度大，生产效率低，涂膜易产生刷痕，外观欠佳。因此，刷涂法常用于小面积涂装。

2. 滚涂法

滚涂法是先将滚子（空心圆柱形，表层粘有纤维）在涂料中浸润，然后再将涂料滚涂到所需的表面。滚涂法适用于较大面积工件的涂装，较刷涂法效率高。

3. 空气喷涂法

（1）空气喷涂法利用专门的喷枪工具以压缩空气把涂料吸入，由喷枪的喷嘴喷出并使气流将涂料冲散成微粒射向被涂基体表面，并附着于基体表面。

（2）空气喷涂法是应用最广泛的一种涂装方法，几乎可适用于一切涂料品种，该方法的最大优点：可获得厚薄均匀、光滑平整的涂层。缺点：空气喷涂法涂料利用率较低，对空气的污染也较严重。

4. 高压无气喷涂法

（1）高压无气喷涂是使涂料通过加压泵加压后经喷嘴小孔喷出，涂料高速离开喷嘴扩散成极细的颗粒而涂敷于工件表面。

（2）高压无气喷涂优点：克服了一般空气喷涂时，发生涂料回弹和大量漆雾飞扬的现象，不仅节省了漆料，而且减少了污染，改善了劳动条件；工作效率较一般空气喷涂提高了数倍至十几倍；涂膜质量较好。适宜于大面积的物体涂装。

（二）金属涂层

1. 金属热喷涂类型

根据热源的不同，一般将金属热喷涂分为燃烧法和电加热法两大类。

2. 金属热喷涂工艺

金属热喷涂工艺包括基体表面预处理、热喷涂、后处理、精加工等过程。

3. 金属热喷涂用材

金属热喷涂采用的金属材料多是锌、锌铝合金、铝和铝镁合金，分为金属丝和金属粉末两种形式。

4. 金属热喷涂设备

虽然因热喷涂的方法不同其设备也各有差异，但其设备都主要由喷枪、热源、涂层材料供给装置以及控制系统和冷却系统组成。

（三）衬里

1. 块材衬里

块材衬里施工采用胶泥衬砌法，在设备、管道及管件的内壁，采用胶泥衬砌耐腐蚀砖板等块状材料，将腐蚀介质与金属表面隔离。常用胶泥主要有水玻璃胶泥和树脂胶泥。

2. 纤维增强塑料衬里

纤维增强塑料衬里是指以树脂为粘结剂、以纤维及其织物为增强材料铺贴或喷射而形成的设备、管道衬里层。

（1）铺贴法。用手工糊制贴衬纤维增强塑料，可连续施工或间断施工。其中，纤维增强酚醛树脂衬里应采用间断法施工。

纤维增强材料的涂胶可以采用刷涂法，也可采用浸揉法处理。

（2）喷射法。首先在处理后的基体表面均匀喷涂封底胶料，再将增强纤维无捻粗纱切

成小段，与树脂一起喷到基体表面，喷射后采用辊子将沉积物压实。

3. 橡胶衬里

橡胶衬里施工是采用粘贴法，把加工好的整块橡胶板利用粘结剂粘贴在金属表面上，接口以搭边方式粘合。橡胶衬里包括加热硫化橡胶衬里、自然硫化橡胶衬里和预硫化橡胶衬里。

4. 塑料衬里

塑料衬里是采用塑料板材或管材，以焊接、粘贴等方法衬砌在设备或管道的内表面。常用塑料衬里工程包括软聚氯乙烯板衬里设备、氟塑料衬里设备和塑料衬里管道。

5. 铅衬里

铅衬里的方法分为衬铅与搪铅两种。铅衬里适用于常压或压力不高、温度较低和静载荷作用下工作的设备；真空操作的设备、受振动和有冲击的设备不宜采用。例如，铅衬里常用在制作输送硫酸的泵、管道和阀等设施的衬里上。

6. 氯丁乳胶水泥砂浆衬里

氯丁乳胶水泥砂浆衬里采用整体面层涂覆的方式。输水钢管通过离心机或管道喷涂机在钢管内壁形成水泥涂层，主要是延长给水管道的使用寿命，保护水质，提高管道输水能力。考虑到设备、管道内部空间狭窄，只适用于内部结构简单的设备、管道。设备、管道内部结构复杂的，施工困难、质量难以保证的，不宜选用水泥砂浆衬里。

（四）阴极保护

1. 强制电流阴极保护系统施工

（1）系统组成

强制电流阴极保护系统由 4 部分组成：电源设备、辅助阳极、被保护管道与附属设施。

1）电源设备可选用整流器、恒电位仪、太阳能电池、CCVT 电源系统、热电发生器等设备，国内恒电位仪应用广泛。

2）常用辅助阳极材料有高硅铸铁阳极、石墨阳极、钢铁阳极、导电聚合物阳极和金属氧化物阳极等。

（2）施工方法

1）电源设备的机壳应接地，安装环境应与使用环境相匹配。电源设备所用外部电源应设置独立的配电箱。

2）辅助阳极地床根据埋设深度不同可分为：浅埋阳极地床和深井阳级地床。阳极四周宜填充焦炭、石墨等填充料。

3）被保护的设备、管道与电缆的连接宜采用铝热焊或铜焊。

4）应在地面安装测试桩以检测阴极保护技术参数。

2. 牺牲阳极阴极保护系统施工

（1）系统组成

1）牺牲阳极阴极保护系统由 3 部分组成：牺牲阳极、被保护管道与附属设施。

2）常用牺牲阳极材料包括：镁及镁合金阳极、锌及锌合金阳极、铝合金阳极和镁锌复合式阳极，其中铝合金阳极主要用于海洋环境中管道或设备的牺牲阳极保护。牺牲阳极结构形式可选用棒状、带状。

（2）施工方法

1）为了降低牺牲阳极的消耗率，提高阳极的电流效率，需在牺牲阳极周围填充填包料。牺牲阳极的填包料由石膏粉、膨润土、工业硫酸钠组成，其质量百分比为 75 : 20 : 5。填包料可以在工厂预组装或现场配制。

2）牺牲阳极的电缆应通过测试装置与被保护对象实现电连接。

3）棒状牺牲阳极可采用单支埋设或多支成组埋设两种方式，按轴向和径向分为立式和水平式两种。

4）带状牺牲阳极应根据用途和需要与被保护对象同沟敷设或缠绕敷设。

1H413072 设备及管道防腐蚀工程施工技术要求

一、基本要求

（一）施工条件

1. 现场条件

（1）设备及管道外壁附件的焊接，应在防腐蚀工程施工前完成。

（2）对不可拆卸的密闭设备必须开启全部人孔。

（3）作业环境要求。当相对湿度大于 85% 时，应停止表面处理作业；当进行喷射或抛射处理时，基体表面温度应高于露点温度 3℃。

2. 基体表面条件

（1）不得有划痕、气孔、夹渣、重叠皮、严重腐蚀斑点等；加工表面应平整，表面局部凹凸不得超过 2mm。

（2）表面应光滑平整，打磨棱角、毛边以及铸造残留物，并圆滑过渡。

（3）铆接设备的铆接缝应为平缝，铆钉应采用埋头铆钉，设备内部应无铆钉突出。

（4）在需要进行防腐蚀衬里施工的设备及管道上，必要时应设置检漏孔，并应在适当位置设置排气孔。

（5）焊缝的表面要求。应平整，并应无气孔、焊瘤和夹渣。焊缝高度应小于或等于 2mm，并平滑过渡；角焊缝的圆角部位，焊角高度、突出角的焊接圆弧半径以及内角的焊接圆弧半径应满足要求。

（二）表面处理质量要求

1. 清洁程度要求

（1）当设计对基体表面处理无要求时，其基体表面处理的质量要求应符合表 1H413072 中的要求。

基体表面处理的质量要求　　表 1H413072

序号	覆盖层类别	表面处理质量等级
1	金属热喷涂层	Sa3 级
2	橡胶衬里、搪铅、纤维增强塑料衬里、树脂胶泥衬砌砖板衬里、涂料涂层、塑料板粘结衬里、玻璃鳞片衬里、喷涂聚脲衬里	Sa2.5 级
3	水玻璃胶泥衬砌砖板衬里、涂料涂层、氯丁胶乳水泥砂浆衬里	Sa2 级或 St3 级
4	衬铅、塑料板非粘结衬里	Sa1 级或 St2 级

（2）处理后的基体表面不宜含有氯离子等附着物，应在规定的时间间隔内及时涂覆。

（3）处理合格的工件，在运输和保管期间应保持干燥和洁净。

2. 粗糙度要求

（1）表面处理后，金属基体粗糙度应符合要求。

（2）喷射或抛射除锈后的基体表面应呈均匀的粗糙面，除基体原始锈蚀或机械损伤造成的凹坑外，不应产生肉眼明显可见的凹坑和飞刺。

（3）对螺纹、密封面及光洁面应妥善保护，不得误喷。

二、防腐工程施工

（一）表面处理工艺

1. 表面处理方法

目前，设备及管道表面处理的常用方法有工具除锈、喷射或抛射除锈。

（1）工具除锈法

1）工具除锈可分为手动和动力工具除锈两种方法。手动工具包括钢丝刷、粗砂纸、铲刀、刮刀或类似手工工具。动力工具包括旋转钢丝刷、电动砂轮或除锈机等。

2）工具除锈应注意下列问题：动力工具不能达到的地方，应用手动工具做补充清理。用工具除锈时不应造成钢材表面损伤，表面粗糙度应符合规定，不得将钢材表面磨得过光或过于粗糙。

（2）喷射除锈法

1）喷射除锈指用压缩空气将磨料高速喷射到金属表面，依靠磨料的冲击和研磨作用，将金属表面的铁锈和其他污物清除。

2）常以石英砂作为喷射除锈用磨料，称为喷砂除锈。

3）喷射除锈广泛用于施工现场设备及管道涂覆前的表面处理。

（3）抛射除锈法

1）抛射除锈法是利用高速旋转的叶轮，将进入叶轮腔体内的磨料在离心力作用下由开口处以 45°～50° 的角度定向抛出，射向被除锈的金属表面。

2）常以铸钢丸作为抛射除锈用磨料，称为抛丸除锈。

3）抛射除锈主要用于涂覆车间工件的金属表面处理。

2. 表面处理等级

钢材表面处理等级用代表相应处理方法类型的字母“Sa”“St”表示。

（1）手工或动力工具除锈质量等级

手工或动力工具除锈金属表面处理等级分为 St2 级、St3 级两级。

1）St2 级：彻底的手工和动力工具除锈。钢材表面无可见的油脂和污垢且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。

2）St3 级：非常彻底的手工和动力工具除锈。钢材表面无可见的油脂和污垢且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，除锈应比 St2 级更为彻底，基体显露部分的表面应具有金属光泽。

（2）喷射或抛射除锈质量等级

喷射或抛射除锈金属表面处理质量等级分为 Sa1 级、Sa2 级、Sa2.5 级、Sa3 级四级。

1）Sa1 级：轻度的喷射或抛射除锈。钢材表面无可见的油脂和污垢，且没有附着不

牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。

2）Sa2 级：彻底的喷射或抛射除锈。钢材表面无可见的油脂和污垢，且氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物已基本清除，其残留物应是牢固附着的。

3）Sa2.5 级：非常彻底的喷射或抛射除锈。钢材表面无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，任何残留的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑。

4）Sa3 级：使金属表观洁净的喷射或抛射除锈。钢材表面无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，该表面应显示均匀的金属色泽。

（二）防腐蚀层施工工艺

1. 涂料涂层

（1）施工环境温度宜为 10～30℃，相对湿度不宜大于 85%，或被涂覆的基体表面温度应比露点温度高 3℃。

（2）防腐蚀涂层全部涂装结束后，应按照规定的时间养护后方可交付使用。

（3）基体表面处理等级符合要求。基体表面的凹凸不平、焊接波纹和非圆弧拐角处，应采用耐腐蚀树脂配制的腻子进行修补。腻子干透后，应打磨平整，并应擦拭干净，再进行底涂层施工。

（4）涂料应在储存期内使用，采用双组份涂料，应按质量比配制，并应搅拌均匀。

（5）涂层应均匀，不得漏涂或误涂，涂覆厚度、层数以及前一层涂膜与后一层涂膜间隔时间应按照不同涂料的涂覆工艺要求确定。

（6）氟涂料、富锌涂料宜采用喷涂法施工。

2. 金属热喷涂层

（1）施工前，应对热喷涂设备进行检查和试验。

（2）基体表面处理等级及粗糙度符合规定。工艺参数应经喷涂试验和涂层的检验优化确定。

（3）设计厚度等于或大于 0.1mm 的涂层应分层喷涂。分层喷涂时，喷涂的每一涂层均应平行搭接，搭接尺寸符合要求；同层涂层的喷涂方向宜一致；上下两层的喷涂方向应纵横交叉。

（4）难以施工的部位应先喷涂。喷涂操作时，宜降低热源功率，提高喷枪的移动速度，并应预留涂层的阶梯形接头。

（5）施工过程中应进行涂层外观、厚度和结合性的中间质量检查。

（6）应在涂层检查合格后及时进行涂料封闭。当涂层受潮时，不得进行封闭。不做涂料封闭的喷涂层，应采用细铜丝刷进行刷光处理。

3. 衬里

（1）块材衬里

1）设备接管内部衬管的施工，应在设备本体衬砌前进行。衬后应对衬管进行固定，直至胶泥固化，衬管不得出现偏心或位移。

2）当采用树脂胶泥衬砌块材时，应先在设备、管道表面均匀涂刷树脂封底料一遍。

3）块材衬砌前，宜先试排。衬砌时，顺序应由低到高。阴角处立面块材应压住平面块材，阳角处平面块材应压住立面块材。

4）当在立面衬砌块材时，一次衬砌的高度应以不变形为限，待凝固后再继续施工。

当在平面衬砌块材时，应采取防止滑动的措施。

（2）纤维增强塑料衬里

1）手工糊制：封底层和修补层自然固化时间不宜少于24h。

2）间断法：上一层固化24h后，应修整表面，再铺衬以下各层。

3）连续法：平面和立面1次连续铺衬的层数或厚度，层数不宜超过3层；厚度以不产生滑移，固化后不起壳或脱层进行确定。

4）喷射法：将玻璃纤维无捻粗纱切成25～30mm长度，与树脂一起喷射到金属表面，喷射厚度及纤维含量应符合规定。

（3）橡胶衬里

1）加热硫化橡胶衬里：加热工艺、硫化温度及硫化时间符合要求。

2）自然硫化橡胶衬里：胶板衬砌时应用专用压滚或刮板，依次压合，排净粘结面间的空气，不得漏压。压滚或刮板的用力程度应以胶板压合面见到压（刮）痕为限，前后两次滚压应有一定尺寸的重叠。

3）预硫化橡胶衬里：胶板下料尺寸应合理、准确，应减少贴衬应力。形状复杂的工件应制作样板，并应按样板下料。

（4）塑料衬里

1）从事塑料衬里焊接作业的焊工，应经培训考试合格持证上岗。

2）软聚氯乙烯板采用粘贴法施工，当粘结剂不能满足耐腐蚀和强度要求时，应在接缝处采用焊条封焊。

3）氟塑料板焊接成型可采用热风焊、挤出焊或热压焊。

4）塑料衬里管道的施工宜采用松衬法，翻边处应进行加热，并应压平。

（5）铅衬里

1）衬铅法施工：塔、罐与槽等设备的人孔、进出料口的焊接、铅板搭接方向应与介质流向一致。铅板与设备内壁应紧密贴合，不得凹凸不平。

2）搪铅法施工：搪铅设备基体表面处理后应露出金属光泽；直接搪铅法搪铅不应少于2层。间接搪铅法应先在被搪铅表面采用加热涂锡法进行挂锡，挂锡厚度符合要求。搪铅时，每层应进行中间检查。厚度应均匀一致，不应有夹渣、裂纹、鼓泡、气孔、焊瘤等缺陷。

（6）内衬水泥砂浆防腐钢管

1）在水泥砂浆衬里施工前应完成清扫、组对、焊接、无损检测、强度试验、严密性试验、外防腐层补口补伤并验收合格。焊缝和搭接部位应采用氯丁乳胶泥找平，氯丁胶乳水泥砂浆采用的水泥强度不应小于32.5MPa。

2）氯丁胶乳水泥砂浆边摊铺边压抹，宜一次抹平，不宜反复抹压。当有气泡时应刺破压紧，表面应密实。在立面或仰面施工时，当压抹面层厚度大于10mm时，应分层施工，分层抹面厚度宜为5～10mm。待前一层干至不粘手时，再进行下一层施工。

3）水泥砂浆抹面后，表面干至不粘手时，即可进行喷雾或覆盖塑料薄膜等进行养护。塑料薄膜四周应封严，并应潮湿养护7d，再自然养护21d后方可使用。

1H413080 绝热工程施工技术

1H413081 设备及管道绝热工程施工方法

一、设备及管道绝热结构组成

（一）绝热及绝热材料

1. 绝热

减少设备、管道及其附件向周围环境散热，在其外表面采取的增设绝热层的措施。按热流方向分为保温、保冷。

2. 绝热材料

用于减少热传递的一种功能材料，其绝热性能决定于化学成分和（或）物理结构。

（二）绝热结构的组成

1. 保温结构

由保温层和保护层组成。

2. 保冷结构

由保冷层、防潮层和保护层组成。

（三）常用的绝热材料及其制品

1. 保温材料

硅酸钙制品、复合硅酸盐制品、岩棉制品、矿渣棉制品、玻璃棉制品、硅酸铝棉及其制品、硅酸镁纤维毯。

2. 保冷材料

柔性泡沫橡塑制品、硬质聚氨酯泡沫塑料制品、泡沫玻璃制品、聚异氰脲酸酯等。

二、施工方法

（一）绝热层

1. 嵌装层铺法

嵌装层铺法是将绝热层嵌装穿挂于保温销钉上，外层敷设一层铁丝网形成一个整体，常用于大平面或平壁设备绝热层施工。绝热材料宜采用软质或半硬质制品。

2. 捆扎法

（1）捆扎法是把绝热材料制品敷于设备及管道表面，再用捆扎材料将其扎紧、定位的方法。该方法适用于软质毡、板、管壳，硬质、半硬质板等各类绝热材料制品的施工。用于大型筒体设备及管道时，需依托固定件或支承件来捆扎、定位。

（2）配套的捆扎材料有镀锌铁丝、包装钢带、粘胶带等。对泡沫玻璃、聚氨酯、酚醛泡沫塑料等脆性材料不宜采用镀锌铁丝、不锈钢丝捆扎，宜采用感压丝带捆扎，分层施工的内层可采用粘胶带捆扎。

3. 拼砌法

（1）拼砌法是用块状绝热制品紧靠设备及管道外壁砌筑的施工方法，分为干砌和湿砌。

（2）干砌是将绝热块沿钢结构与构件排列，缝隙可用散棉填实。

（3）湿砌则将绝热块涂抹绝热灰浆，并整齐砌筑，拼缝与缺损处应采取措施加强整体强度。

（4）对某些硬质绝热制品湿砌法保温不但严密性好，结构强度也好。拼砌法常用于保温结构施工，特别是高温炉墙的保温层砌筑。

4. 缠绕法

（1）缠绕法是采用矿物纤维绳、带类制品缠绕在设备及管道需要保温的部位。

（2）该方法仅适用于设计允许的小口径管道和施工困难的管道与管束，施工简单，检修方便，使用辅助材料少，并且适用于不规则的管道。

5. 填充法

填充法是用粒状或棉絮状绝热材料填充到设备及管道壁外的空腔内的施工方法。

6. 粘贴法

（1）粘贴法是用各类粘结剂将绝热材料制品直接粘贴在设备及管道表面的施工方法。

（2）适用于各种轻质绝热材料制品，如泡沫塑料类，泡沫玻璃，半硬质或软质毡、板等。

（3）当选用粘贴法进行绝热层施工时需要保证粘结剂的性能，即粘结剂的使用温度必须符合被绝热的介质温度要求，对所用绝热材料和被绝热的材料表面没有腐蚀，而且又有相当强的粘结性。

7. 浇注法

（1）浇注法是将配制好的液态原料或湿料倒入设备及管道外壁设置的模具内，使其发泡定型或养护成型的一种绝热施工方法。

（2）液态原料目前多采用聚氨酯溶剂，湿料是轻质粒料与胶结料和水的拌合物。该法较适合异形管件的绝热以及室外地面或地下管道绝热。

8. 喷涂法

喷涂法是利用机械和气流技术将料液或粒料混合、输送至特制喷枪口送出，使其附着在绝热面上成型的一种施工方法。该法与浇注法同属现场配料、现场成型的施工方法。

9. 涂抹法

涂抹法是将绝热涂料采用涂抹的方法敷设在设备及管道表面。涂抹法可在被绝热对象处于运行状态下进行施工。涂抹绝热层整体性好，与保温面结合较牢固，施工作业简单。

10. 可拆卸式绝热层施工方法

设备或管道上的观察孔、检测点、维修处的保温，应采用可拆卸式结构。即将保温材料预制成金属盒等可拆卸的结构，采用螺栓等方式固定。

11. 金属反射绝热结构施工方法

利用高反射、低辐射的金属材料（如铝箔、抛光不锈钢、电镀板等）组成的绝热结构称为金属反射绝热结构。该类结构主要采用焊接或铆接方式施工。

（二）防潮层

1. 涂抹法

在绝热层表面附着一层或多层基层材料，并分层在其上方涂敷各类涂层材料的一种防潮层施工方法。

2. 捆扎法

把防潮薄膜与片材敷于绝热层表面，再用捆扎材料将其扎紧，并辅以粘结剂与密封剂

将其封严的一种防潮层施工方法。

（三）保护层

1. 金属保护层安装方法

采用金属保护层如镀锌薄钢板或铝合金薄板紧贴在保温层或防潮层上的方法。

2. 非金属保护层安装方法

采用非金属保护层如复合制品板紧贴在保温层或防潮层上的方法。

1H413082 设备及管道绝热工程施工技术要求

一、施工准备和要求

1. 施工条件

（1）宜在设备及管道压力强度试验、严密性试验及防腐工程合格后，开始绝热工程施工。

（2）在有防腐、衬里的设备及管道上焊接绝热层的固定件时，焊接及焊后热处理必须在防腐、衬里和试压之前进行。

（3）对需要绝热的设备、管道及其附件必须检查、评定，确认合格后才能进行保温施工。

2. 附件安装

（1）用于绝热结构的固定件和支承件的材质和品种必须与设备及管道的材质相匹配。

（2）不锈钢设备（管道）上焊接的固定件或垫板应采用相同材质牌号的不锈钢。

3. 绝热材料

（1）当需要修改设计、材料代用或采用新材料时，必须经过原设计单位同意。

（2）对于到达施工现场的绝热材料及其制品，必须检查其出厂合格证书或化验、物性试验记录，凡不符合设计性能要求的不予使用。有疑义时必须做抽样复核。

二、施工技术要求

（一）绝热层

1. 一般规定

（1）分层施工

当采用一种绝热制品，保温层厚度≥ 100mm 或保冷层厚度≥ 80mm 时，应分为两层或多层逐层施工，各层厚度宜接近。

（2）拼缝宽度

硬质或半硬质绝热制品用作保温层时，拼缝宽度≤ 5mm；用作保冷层时，拼缝宽度≤ 2mm。

（3）搭接长度

绝热层施工时，每层及层间接缝应错开，其搭接的长度宜≥ 100mm。

（4）接缝位置

1）水平安装的管道最外层的纵向接缝位置，不得布置在管道垂直中心线两侧 45° 范围内。

2）当采用大管径的多块硬质成型绝热制品时，绝热层的纵向接缝位置可不受此限制，但应偏离管道垂直中心线位置。

（5）附件要求

1）保冷设备及管道上的裙座、支座、吊耳、仪表管座、支吊架等附件，必须进行保冷。

2）其保冷层长度不得小于保冷层厚度的4倍或敷设至垫块处，保冷层厚度应为邻近保冷层厚度的1/2，但不得小于40mm。设备裙座内、外壁均应进行保冷。

2. 嵌装层铺法施工要求

（1）销钉应用自锁紧板将绝热层和铁丝网紧固，并应将绝热层压下4～5mm。自锁紧板应紧锁于销钉上，销钉露出部分应折弯成90°埋头。

（2）当绝热层外采用活络铁丝网时，活络铁丝网应张紧并紧贴绝热层，接口处应连接牢固并压平，活络铁丝网下料尺寸应小于实际安装尺寸。

（3）当双层或多层绝热层采用嵌装层铺法敷设时，尚应对软质及半硬质绝热制品的缝隙处进行挤缝，下料后的尺寸应大于施工部位尺寸，并应层层挤压敷设。

3. 捆扎法施工要求

（1）捆扎间距

硬质绝热制品捆扎间距≤400mm；半硬质绝热制品≤300mm；软质绝热制品≤200mm。

（2）捆扎方式

1）不得采用螺旋式缠绕捆扎。

2）每块绝热制品上的捆扎件不得少于两道，对有振动的部位应加强捆扎。

3）双层或多层绝热层的绝热制品，应逐层捆扎，并应对各层表面进行找平和严缝处理。

4）不允许穿孔的硬质绝热制品，钩钉位置应布置在制品的拼缝处；钻孔穿挂的硬质绝热制品，其孔缝应采用矿物棉填塞。

4. 拼砌法施工要求

（1）绝热灰浆应涂抹均匀、饱满，避免干燥后形成明显的干缩裂缝。

（2）当用绝热灰浆拼砌硬质保温制品时，拼缝不严及砌块的破损处应用绝热砂浆填补。拼砌时，可采用橡胶带或铁丝临时捆扎。

5. 缠绕法施工要求

（1）当用绝热绳缠绕施工时，各层缠绳应拉紧，第二层应与第一层反向缠绕并应压缝。绳的两端应用镀锌铁丝捆扎于管道上。

（2）当用绝热带缠绕时，绝热带应采用规格制品。当现场加工时，其带宽应小于150mm，可制带成卷，敷设时应螺旋缠绕，其搭接尺寸应为带宽的1/2。

6. 填充法施工要求

（1）对于不通行地沟中的管道采用粒状绝热材料施工时，宜将粒状绝热材料用沥青或憎水剂浸渍并经烘干，趁微热时填充。

（2）在立式设备上进行填充法施工时，应分层填充，层间应均匀、对称，每层高度宜为400～600mm。

7. 粘贴法施工要求

（1）粘结剂在使用前，应进行实地试粘。施工中粘结剂取用后应及时密封。粘结剂的涂抹厚度应符合要求，并应挤紧和粘牢。

（2）粘贴操作时，连续粘贴的层高，应根据粘结剂固化时间确定。绝热制品可随粘随

用卡具或橡胶带临时固定，应待粘结剂干固后拆除。

（3）粘贴在管道上的绝热制品的内径，应略大于管道外径。保冷制品的缺棱掉角部分，应事先修补完整后粘贴。保温制品可在粘贴时填补。

（4）球形容器的保冷层宜采用预制成型的弧形板，粘贴前粘结剂应点状涂抹在预制板上，并应与壁面贴紧。

（5）当采用泡沫玻璃制品进行粘贴施工时，应在制品端、侧、结合面涂粘结剂相互粘合。

（6）大型异型设备和管道的绝热层，采用半硬质、软质绝热制品粘贴时，应采用层铺法施工，各层绝热制品应逐层错缝、压缝粘贴。

8. 浇注法施工要求

（1）浇注法所采用的模具在安装过程中，应设置临时固定设施。模板应平整、拼缝严密、尺寸准确、支点稳定，并应在模具内涂刷隔离剂以便顺利脱模。浇注发泡型材料时，可在模具内侧铺衬一层聚乙烯薄膜。

（2）聚氨酯、酚醛等泡沫塑料浇注。

1）浇注料温度、环境温度必须符合产品使用规定。

2）大面积浇注时，应设对称多点浇口，分段分片进行，浇注应均匀，并迅速封口。

3）浇注不得有发泡不良、脱落、发酥发脆、发软、开裂、孔径过大等缺陷；当出现以上缺陷时必须查清原因，重新浇注。

（3）预制管中管绝热结构及其安装补口。

1）凡外护层采用非金属结构的预制绝热管道，其运输、吊装、布管和焊接等施工过程均应采取相应的防护措施。如运输时应设置橡胶板或其他软质材料衬垫，吊装时应使用柔性吊带等。

2）预留裸管段的绝热层和外护层在补口前，应按照规定进行表面处理与防腐。

3）施工完毕后，补口处绝热层必须整体严密。

（4）轻质粒料保温混凝土及浇注料浇注时应一次浇注成型，当间断浇注时，施工缝宜留在伸缩缝的位置上。

（5）试块的浇注应在浇注绝热层的同时进行。

9. 喷涂法施工要求

（1）工艺调节

喷涂施工时，应根据设备、材料性能及环境条件调节喷射压力和喷射距离。喷涂物料混合后的雾化程度及喷涂层成分的均匀性应符合工艺要求。

（2）过程控制

1）喷涂时应均匀连续喷射，喷涂面上不应出现干料或流淌现象。喷涂方向应垂直于受喷面，喷枪应不断地进行螺旋式移动。

2）可在伸缩缝嵌条上划出标志或用硬质绝热制品拼砌边框等方法控制喷涂层厚度。

3）喷涂时应由下而上，分层进行。大面积喷涂时，应分段分层进行。接槎处必须结合良好，喷涂层应均匀。

（3）环境条件

在风力大于三级、酷暑、雾天或雨天环境下，不宜进行室外喷涂施工。

10. 涂抹法施工要求

（1）绝热层涂抹时，应分层涂敷。待上层干燥后再涂敷下层，每层的厚度不宜过厚。

（2）绝热涂料分层涂敷施工时，可根据具体情况加设铁丝网。

11. 可拆卸式绝热层的施工要求

（1）与人孔等盖式可拆卸式结构相邻位置上的绝热结构，当绝热层厚度影响部件的拆卸时，绝热结构应做成45°斜坡，并应留出部件拆卸时的螺栓间距。

（2）可拆卸式结构保冷层的厚度应与设备或管道保冷层的厚度相同。

（3）可拆卸式的绝热结构，宜为两部分可拆分的金属绝热盒组合形式，其尺寸应与实物相适应，两部分应采用搭扣进行连接。

（4）保冷的设备或管道，其可拆卸式结构与固定结构之间必须密封。

12. 金属反射绝热结构的施工要求

（1）金属反射绝热结构的部件可由内板、外板、反射板、端面支承、外包带和间隔垫组成。端面支承与内、外板的固定，可采用焊接或铆接。

（2）设备及管道表面与金属反射绝热结构内板之间的空气层间隙应按设计文件的要求确定。间隙的留设应采用间隔垫。

（3）应在外板的接缝处加一条比外板稍厚一点的外包带；当使用外板延伸时，其搭接不应小于50mm，外板应顺水流方向搭接。

（4）当金属反射绝热结构为不需拆除的固定板时，可用铆钉或螺钉把外包带固定连接在外板上；当其为需经常拆卸的可拆卸板时，可在其外包带和外板上安装皮带扣式的固定卡后，再组装固定。

13. 伸缩缝及膨胀间隙的留设

（1）伸缩缝留设规定

1）设备或管道采用硬质绝热制品时，应留设伸缩缝。

2）两固定管架间水平管道的绝热层应至少留设一道伸缩缝。

3）立式设备及垂直管道，应在支承件、法兰下面留设伸缩缝。

4）弯头两端的直管段上，可各留一道伸缩缝；当两弯头之间的间距较小时，其直管段上的伸缩缝可根据介质温度确定仅留一道或不留设。

5）当方形设备壳体上有加强筋板时，其绝热层可不留设伸缩缝。

6）球形容器的伸缩缝，必须按设计规定留设。当设计对伸缩缝的做法无规定时，浇注或喷涂的绝热层可用嵌条留设。

7）多层绝热层伸缩缝的留设：

中、低温保温层的各层伸缩缝，可不错开。保冷层及高温保温层的各层伸缩缝，必须错开，错开距离应大于100mm。

（2）伸缩缝留设宽度

伸缩缝留设的宽度，设备宜为25mm，管道宜为20mm。

（3）伸缩缝的填充

1）填充前应将伸缩缝或膨胀间隙内杂质清除干净。

2）保温层的伸缩缝，应采用矿物纤维毡条、绳等填塞严密，并应捆扎固定。高温设备及管道保温层的伸缩缝处，应进行保温。

3）保冷层的伸缩缝，应采用软质绝热制品填塞严密或挤入发泡型粘结剂，外面应用50mm宽的不干性胶带粘贴密封，保冷层的伸缩缝外应再进行保冷。

（4）膨胀间隙的留设

有下列情况之一时，必须在膨胀移动方向的另一侧留设膨胀间隙：

1）填料式补偿器和波形补偿器；

2）当滑动支座高度小于绝热层厚度时；

3）相邻管道的绝热结构之间；

4）绝热结构与墙、梁、栏杆、平台、支撑等固定构件和管道所通过的孔洞之间。

（二）防潮层

1. 玻璃纤维布复合胶泥涂抹施工

（1）胶泥应涂抹至规定厚度，其表面应均匀平整。

（2）立式设备和垂直管道的环向接缝，应为上搭下。卧式设备和水平管道的纵向接缝位置，应在两侧搭接，并应缝口朝下。

（3）玻璃纤维布应随第一层胶泥层边涂边贴，其环向、纵向缝的搭接宽度≥50mm，搭接处应粘贴密实，不得出现气泡或空鼓。

（4）粘贴的方式，可采用螺旋形缠绕法或平铺法。

（5）待第一层胶泥干燥后，应在玻璃纤维布表面再涂抹第二层胶泥。

2. 聚氨酯或聚氯乙烯卷材施工

（1）卷材的环向、纵向接缝搭接宽度应满足要求。搭接处粘结剂应饱满密实。

（2）粘贴可根据卷材的幅宽、粘贴件的大小和现场施工的具体情况，采用螺旋形缠绕法或平铺法。

（三）保护层

1. 金属保护层

（1）当固定保冷结构的金属保护层时，严禁损坏防潮层。

（2）当有下列情况之一时，金属保护层必须按规定嵌填密封剂或在接缝处包缠密封带。

1）露天、潮湿环境中保温设备、管道和室内外保冷设备、管道与其附件的金属保护层。

2）保冷管道的直管段与其附件的金属保护层接缝部位，以及管道支吊架穿出金属保护壳的部位。

2. 非金属保护层

（1）当采用箔、毡、布类包缠型保护层时：

1）保护层包缠施工前，应对所采用的粘结剂按使用说明书做试样检验。

2）当在绝热层上直接包缠时，应清除绝热层表面的灰尘、泥污并修饰平整。当在抹面层上包缠时，应在抹面层表面干燥后进行。

3）包缠施工应层层压缝，压缝宽度符合要求，且必须在其起点和终端有捆紧等固定措施。

（2）当采用阻燃型防水卷材及涂膜弹性体做保护层时：

1）接缝处应嵌平、光滑，并不得高出绝热层表面。

2）卷材包扎的环向、纵向接缝搭接尺寸应符合要求。接缝处可采用专用涂料粘贴封口。

（3）当采用玻璃钢保护层时：

1）现场制作玻璃钢，铺衬的基布应紧密贴合，并应顺次排净气泡，胶料涂刷饱满，达到设计要求的层数和厚度。

2）对已安装的玻璃钢保护层，除不应被利器碰撞外，严禁踩踏和堆放物品。

1H413090 炉窑砌筑工程施工技术

1H413091 炉窑及砌筑材料的分类与性能

一、炉窑的分类

炉窑按其生产过程可分为两大类：动态炉窑和静态炉窑。例如，水泥回转窑就属于动态炉窑，连焦炉、玻璃熔窑属于静态炉窑。

二、耐火材料的分类

耐火材料可按化学特性、耐火度、结构性能、耐火材的形状分类。

1. 按化学特性分类

（1）酸性耐火材料。其特性是能耐酸性渣的侵蚀。如硅砖、锆英砂砖等。

（2）碱性耐火材料。其特性是能耐碱性渣的侵蚀。如镁砖、镁铝砖、白云石砖等。

（3）中性耐火材料。其特性是对酸性渣及碱性渣均具有抗侵蚀作用。如刚玉砖、高铝砖、碳砖等。

2. 按耐火度分类

（1）普通耐火材料，其耐火度为1580～1770℃；

（2）高级耐火材料，其耐火度为1770～2000℃；

（3）特级耐火材料，其耐火度为2000℃以上。

3. 按结构性能分类

（1）致密耐火材料，气孔率低于45%的耐火材料。具有体积密度高、透气度低、耐磨性及抗渣性好、耐火度高等特性。常用于直接接触熔料的耐火材料。

（2）隔热耐火材料，气孔率大于45%的耐火材料。具有质量较轻，体积密度低，隔热性能好等特性，常用于砌筑工程的隔热层。

4. 按耐火材的形状分类

（1）定形耐火材料，如耐火砖，其特性是形状已定形制品。

（2）不定形耐火材料，如耐火浇注料、耐火泥浆、喷涂料、可塑料、捣打料、耐火压浆料和耐火涂抹料等，其特性是凝固之前流动性及可塑性好，适宜于定形耐火材料不宜施工和操作的部位及充填，弥补定形耐火材料砌筑的不足之处。

三、锚固件的分类及性能

1. 金属锚件，如把钉（锚固钉）、托砖板等，其性能是强度高、易操作，适宜于工作温度低于1100℃以下的炉体内使用。

2. 耐火材料锚固件，如锚固砖，其特性是砖型几何尺寸要求比较严格，可耐1100℃以上的高温。

四、其他耐火材料的种类及应用

1. 耐火陶瓷纤维及制品

（1）耐火纤维

1）耐火纤维又称陶瓷纤维，是一种人造无机非金属纤维材料，是由氧化铝、二氧化硅为主要成分组成的二元化合物。应用于工业炉窑可节能 15%～30%。

2）耐火纤维主要特点：耐高温、隔热保温性能好、隔热效率高、化学稳定性好、抗热振性强、绝缘性及隔声性能比较好。

（2）耐火纤维制品

耐火纤维制品是通过散装耐火纤维原料加工的二次产品。分为硬制品和软制品。常用的耐火纤维制品有耐火纤维毡、耐火纤维毯、预制块、耐火纤维纺织品。

1）耐火纤维毡。常用的粘结剂有甲级纤维素、乳胶、硅溶胶等。具有适宜的柔软性和刚度，施工性能好。根据供货状态可分为干毡和湿毡。

2）耐火纤维毯。是采用干法加工工艺制成的制品，不含或仅含少量的粘结剂。根据工艺和形状不同可分为：针刺毯、折叠毯、毯卷等。其针刺毯具有强度高、抗风蚀性强、热收缩小等优点。

3）预制块。根据厚度要求，采用负压模具脱模干燥而成；也可用粘结剂将纤维毡粘在金属网上，利用螺栓将金属网固定在炉墙或钢结构上，施工比较方便。

4）耐火纤维纺织品。将耐火纤维采用编、织、纺等工艺制成的制品，有纱、带、布、绳等品种。具有耐高温、耐腐蚀、绝缘好、无毒性等优点，节能效果好，不污染环境，广泛应用于保温、隔热、密封等方面。

2. 膨胀缝填充材料

伸缩性能好，如耐火陶瓷纤维、PVC 板、发泡苯乙烯等。

3. 耐高温涂料

自粘性能好，可以涂层的形式涂刷或喷涂在炉墙高温的侧面。

4. 保护性材料

如防氧化材料、表面固化材料、砖缝封固材料等。

1H413092 炉窑砌筑施工技术要求

一、炉窑砌筑前工序交接的规定

炉窑砌筑一般是工业炉窑系统工程中最后一道工序，做好炉子基础、炉体骨架结构和有关设备安装的检查交接工作是加强系统工程质量管理的重要组成部分。

1. 工序交接的技术要求

（1）炉窑的砌筑工程应于炉体骨架结构和有关设备安装完毕，经检查合格并签订交接证明书后，才可进行施工。

（2）在工序交接时，对上一工序及时进行质量检查验收并办理工序交接手续。

2. 工序交接证明书应包括的内容

（1）炉子中心线和控制标高的测量记录及必要的沉降观测点的测量记录。

（2）隐蔽工程的验收合格证明。

（3）炉体冷却装置，管道和炉壳的试压记录及焊接严密性试验合格证明。

（4）钢结构和炉内轨道等安装位置的主要尺寸复测记录。
（5）动态炉窑或炉子的可动部分试运转合格证明。
（6）炉内托砖板和锚固件等的位置、尺寸及焊接质量的检查合格证明。
（7）上道工序成果的保护要求。

二、耐火砖砌筑的施工程序

炉窑按其生产过程可分为动态炉窑和静态炉窑。

1. 动态炉窑的施工程序

（1）动态炉窑砌筑必须在炉窑单机无负荷试运转合格并验收后方可进行。
（2）砌筑的基本顺序：

从热端向冷端（或从低端向高端）→分段作业划线→选砖→配砖→分段砌筑→分段进行修砖及锁砖→膨胀缝的预留及填充。

例如，回转窑砌筑时，自热端向冷端分若干段依次分别进行环向砌筑，每段长度：湿砌每段不大于1m，干砌每段不大于2m。若采用砌砖机砌筑，则不必进行窑筒体旋转，每环砖可一次完成；若采用顶杆压砖砌筑，则每环砖由底部开始向两侧同时砌筑到半圆时，用顶杆压紧已砌好的耐火砖，然后旋转窑筒体90°后继续砌筑，再用顶杆压紧后，再次旋转筒体90°后继续砌筑，直至本环锁砖完成，本段砌筑结束。

2. 静态炉窑的施工程序

（1）静态炉窑的施工程序与动态炉窑基本相同。
（2）静态炉窑的施工程序和动态炉窑的不同之处：
1）不必进行无负荷试运行即可进行砌筑；
2）砌筑顺序必须自下而上进行；
3）无论采用哪种砌筑方法，每环砖均可一次完成；
4）起拱部位应从两侧向中间砌筑，并需采用拱胎压紧固定，锁砖完成后，拆除拱胎。

三、一般工业炉的施工技术要求

1. 砌体砖缝厚度施工技术要求

砌体砖缝厚度施工技术要求见表1H413092-1。

砌体砖缝厚度施工技术要求 表1H413092-1

序号	名称	允许误差（mm）
1	底和墙	不大于3
2	高温或有炉渣作用的底和墙	不大于2
3	拱和拱顶（干砌）	不大于1.5
4	拱和拱顶（湿砌）	不大于2
5	带齿挂砖（干砌）	不大于2
6	带齿挂砖（湿砌）	不大于3
7	隔热耐火砖（黏土砖、高铝砖、硅砖）	工作层不大于2，非工作层不大于3
8	硅藻土砖	不大于5
9	普通黏土砖	内衬不大于5，外部不大于10

续表

序号	名称	允许误差（mm）
10	空气、煤气管道	不大于 3
11	烧嘴砖	不大于 2

2. 砖缝处理

（1）湿砌砌体的所有砖缝中泥浆应饱满，其表面应勾缝。

（2）干砌立墙的砖缝，应以干耐火粉填满。

（3）干砌旋转型炉窑（如回转窑等）、静态炉窑的顶部、拱部等部位的砖缝应以钢板（片）塞满、塞牢固。

3. 一般工业炉砌筑的允许误差的检查

一般工业炉窑砌筑的允许误差见表 1H413092-2。

一般工业炉窑砌筑的允许误差　　表 1H413092-2

序号	误差名称	允许误差（mm）
1	垂直误差：墙，每米高	3
2	垂直误差：墙，全高	15
3	基础砖墩误差：每米高	3
4	基础砖墩误差：全高	10
5	表面平整误差：墙面（2m 靠尺与墙体之间）	5
6	表面平整误差：挂砖墙面	7
7	表面平整误差：底面	5
8	线尺寸误差：矩（或方）形炉膛长和宽度	±10
9	线尺寸误差：矩（或方）形炉膛对角线长度	15
10	线尺寸误差：圆形炉膛内半径误差	±10
11	线尺寸误差：拱和拱顶的跨度	±10
12	线尺寸误差：烟道的高度和宽度	±15

四、耐火砖底和墙砌筑施工技术要求

1. 耐火砖底砌筑施工技术要求

（1）砌筑炉底前，应预先找平基础。必要时，应在最下一层用砖加工找平。

（2）砌筑可动炉底式炉子时，其可动炉底的砌体与有关部位之间的间隙，应按规定的尺寸仔细留设。

（3）水平砖层砌筑的斜坡炉底，其工作层可退台或错台砌筑，所形成的三角部分，可用相应材质的不定形耐火材料找齐。

（4）反拱底应从中心向两侧对称砌筑。砌筑反拱底前，应用样板找准砌筑弧形拱的基面；斜坡炉底应放线砌筑。

（5）非弧形炉底、通道底的最上层砖的长边，应与炉料、金属、渣或气体的流动方向垂直，或成一交角。

2. 耐火砖墙砌筑施工技术要求

（1）圆形炉墙应按中心线砌筑。当炉壳的中心线垂直误差和半径误差符合炉内形要求时，可以炉壳为导面进行砌筑。

（2）弧形墙应按样板放线砌筑。砌筑时，应经常用样板检查。

（3）具有拉钩或挂钩的炉墙，除砖槽的受拉面与挂件靠近外，砖槽的其余各面与挂件间应留有活动余地，不得卡死。

（4）圆形炉墙不得有三层重缝或三环通缝，上下两层重缝与相邻两环的通缝不得在同一地点。圆形炉墙的合门砖应均匀分布。

（5）砌砖时应用木槌或橡胶锤找正，不应使用铁锤。砌砖中断或返工拆砖时，应做成阶梯形的斜槎。

五、耐火砖拱和拱顶砌筑技术要求

（1）拱脚表面应平整，角度应正确；不得用加厚砖缝的方法找平拱脚；拱脚砖应紧靠拱脚梁砌筑。

（2）当拱脚砖后面有砌体时，应在该砌体砌完后，才可砌筑拱或拱顶。不得在拱脚砖后面砌筑隔热耐火砖或硅藻土砖（隔热耐火砖拱顶的拱脚砖后面，可用与隔热同材质的砖）。

（3）除有专门规定外，拱和拱顶应错缝砌筑，并应沿纵向缝拉线砌筑，保持砖面平直。拱或拱顶上部找平层的加工砖，可用相应材质的耐火浇注料代替。

（4）跨度不同的拱和拱顶宜环砌，且环砌拱和拱顶的砖环应保持平整垂直。拱和拱顶必须从两侧拱脚同时向中心对称砌筑。砌筑时，严禁将拱砖的大小头倒置。拱和拱顶的放射缝，应与半径方向相吻合。拱和拱顶的内表面应平整，个别砖的错牙不应超过 3mm。

（5）锁砖应按拱和拱顶的中心线对称均匀分布。打入锁砖块数，按规定跨度计。锁砖砌入拱和拱顶内的深度宜为砖长的 2/3～3/4，拱和拱顶内锁砖砌入深度应一致。不得使用砍掉厚度 1/3 以上的或砍凿长侧面使大面成楔形的锁砖，且不得在砌体上砍凿砖。

（6）吊挂砖应预砌筑。吊挂平顶的吊挂砖，应从中间向两侧砌筑。其边砖同炉墙接触处应留设斜坡；炉顶应从下面的转折处开始向两端砌筑。吊挂砖的主要受力处不得有裂纹。砌完黏土质（或高铝质）炉顶吊挂砖后，应按规定的部位铺砌隔热制品。

（7）吊挂拱顶应环砌，并应与炉顶纵向中心线保持垂直。在镁质吊挂拱顶的砖环中，砖与砖之间应插入销钉和夹入钢垫片，不得遗漏或多夹。吊挂拱顶应分环锁紧，各环锁紧度应一致。锁砖锁紧后，应立即把吊挂长销穿好。

（8）跨度大于 5m 的拱胎在拆除前，应设置测量拱顶下沉的标志；拱胎拆除后，应做好下沉记录。拆除拱顶的拱胎，必须在锁砖全部打紧、拱脚处的凹沟砌筑完毕，以及骨架拉杆的螺母最终拧紧之后进行。

六、不定形耐火材料施工技术要求

1. 耐火浇注料的施工程序

材料检查验收→施工面清理→锚固钉焊接→模板制作安装→防水剂涂刷→浇注料搅拌并制作试块→浇注并振捣→拆除模板→膨胀缝预留及填充→成品养护。

2. 施工技术要求

（1）搅拌耐火浇注料的用水应采用洁净水。

（2）浇注用的模板，应有足够的刚度和强度，支模尺寸应准确，并应防止在施工过程中变形。模板接缝应严密，不漏浆。对模板应采取防粘措施。与浇注料接触的隔热砌体的表面，应采取防水措施。

（3）浇注料应采用强制式搅拌机搅拌。搅拌时间及液体加入量应按施工说明执行。变更用料牌号时，搅拌机、料斗、称量容器等均应冲洗干净。

（4）搅拌好的耐火浇注料时间，应在30min内浇注完成，或根据施工说明要求在规定的时间内浇注完。已初凝的浇注料不得使用。

（5）整体浇注耐火内衬膨胀缝的设置应按设计规定。若无规定时，每米长的内衬膨胀缝的平均数值，可采用下列数据：黏土耐火浇注料为4～6mm；高铝水泥耐火浇注料为6～8mm；磷酸盐耐火浇注料为6～8mm；水玻璃耐火浇注料为4～6mm；硅酸盐水泥耐火浇注料为5～8mm。

（6）耐火浇注料的浇注，应连续进行。在前层浇注料初凝前，应将次层浇注料浇注完毕；间歇超过初凝时间，应按施工缝要求进行处理。施工缝宜留在同一排锚固砖的中心线上。

（7）耐火浇注料在施工后，应按设计规定的方法养护。养护期间，不得受外力及振动。

（8）拆模要求。不承重模板，应在浇注料强度能保证其表面及棱角不因拆模而受损坏或变形时，才可拆模。承重模板应在浇注料达到设计强度70%之后，才可拆模。热硬性浇注料应烘烤到指定温度之后，才可拆模。

（9）浇注衬体要求。表面不应有剥落、裂缝、孔洞等缺陷，可允许有轻微的网状裂纹。

（10）耐火浇注料的预制件堆放。不宜在露天堆放；露天堆放时，应采取防雨防潮措施。

七、耐火喷涂料施工技术要求

1. 喷涂料应采用半干法喷涂，喷涂料加入喷涂机之前，应适当加水润湿，并搅拌均匀。

2. 喷涂时，料和水应均匀连续喷射，喷涂面上不允许出现干料或流淌现象。

3. 喷涂方向应垂直于受喷面，喷嘴与喷涂面的距离宜为1～1.5m，喷嘴应不断地进行螺旋式移动，使粗细颗粒分布均匀。

4. 喷涂应分段连续进行，一次喷到设计厚度，内衬较厚需分层喷涂时，应在前层喷涂料凝结前喷完次层。

5. 施工中断时，宜将接槎处做成直槎，继续喷涂前应用水润湿。

6. 喷涂完毕后，应及时开设膨胀缝线，可用1～3mm厚的楔形板压入30～50mm制作而成。

八、耐火陶瓷纤维施工技术要求

按耐火纤维陶瓷制品形状，耐火陶瓷纤维内衬分为层铺式内衬、叠砌式内衬和折叠式模块施工方法。

1. 层铺式内衬施工技术要求：

（1）锚固钉设于炉顶的锚固钉中心距宜为200～250mm，设于炉墙的锚固钉中心距宜为250～300mm。锚固钉与受热面耐火纤维毯、毡或板边缘距离宜为50～75mm，最大距

离不应超过 100mm。

（2）锚固钉应在钢板上垂直焊牢，并应逐根锤击检查。当采用陶瓷杯或转卡垫圈固定耐火陶瓷纤维毯、毡或板时，锚固钉的断面排列方向应一致。

（3）纤维毯、毡或板铺贴要求：

1）耐火陶瓷纤维毯、毡或板应铺设严密、紧贴炉壳。紧固锚固件时应松紧适度。

2）耐火陶瓷纤维毯、毡或板的铺设应减少接缝，各层间错缝不应小于 100mm。隔热层耐火纤维陶瓷毯、毡或板可对缝连接。受热面为耐火陶瓷纤维毯、毡或板时，接缝应搭接，搭接长度宜为 100mm，搭接方向应顺气流方向，不得逆向。

3）耐火陶瓷纤维毯、毡在对接缝处应留有压缩余量。当采用耐火陶瓷纤维毡时，压缩余量不应小于 5mm；当采用耐火陶瓷纤维毯时，压缩余量不应小于 10mm。

2. 叠砌式内衬施工技术要求：

（1）叠砌式内衬可用销钉固定法和粘贴法施工，每扎耐火陶瓷纤维毯、毡均应预压缩成制品，其压缩程度应相同，压缩率不应小于 15%。

（2）销钉固定法。支撑板应水平，固定销钉应按设计规定的位置垂直焊接牢固。耐火陶瓷纤维制品的接缝处均应挤紧。

（3）粘贴法施工的耐火陶瓷纤维制品，排列方法正确，耐火陶瓷纤维制品应粘贴平直、紧密、压紧。

3. 折叠式模块施工技术要求：

（1）折叠式模块应与焊在炉壳上的金属锚固件连接，固定在炉壳上。模块常用的结构应为中心孔吊挂式结构。折叠式模块的体积密度宜为 190～220kg/m^3。

（2）锚固件的材质及结构应符合设计规定。

（3）折叠式模块本身无预埋锚固件时，应用穿钉固定，穿钉应垂直插入相邻的支撑板孔内。

（4）折叠式模块沿折叠方向应顺次同向排列；非折叠方向或与其他耐火炉衬的连接，均应铺设相同等级的耐火陶瓷纤维毯，耐火陶瓷纤维毯的压缩率不应小于 15%。顺次排列结构用于炉顶时，应用耐热合金 U 形钉将耐火陶瓷纤维毯与折叠式模块固定，U 形钉的间距宜为 600mm。

九、冬期施工的技术要求

1. 冬季施工期：指当室外日均气温连续五日稳定低于 5℃时，即可进入冬期施工。

2. 砌筑工程冬期施工技术要求：

（1）砌筑应在供暖环境中进行。工作地点和砌体周围温度均不应低于 5℃，耐火砖和预制块在砌筑前应预热至 0℃以上。

（2）耐火泥浆、耐火浇注料的搅拌应在暖棚内进行。耐火泥浆、耐火可塑料、耐火喷涂料和水泥耐火浇注料等在施工时的温度均不应低于 5℃。但黏土结合耐火浇注料、水玻璃耐火浇注料、磷酸盐耐火浇注料施工时的温度不宜低于 10℃。

（3）调制耐火浇注料的水可以加热，加热温度为：硅酸盐水泥耐火浇注料的水温不应超过 60℃；高铝水泥耐火浇注料的水温不应超过 30℃。水泥不得直接加温。耐火浇注料施工过程中，不得另加促凝剂。

（4）冬期施工耐火浇注料的养护：

1）水泥耐火浇注料可采用蓄热法和加热法养护。加热硅酸盐水泥耐火浇注料的温度不得超过 80℃；加热高铝水泥耐火浇注料的温度不得超过 30℃。

2）黏土、水玻璃、磷酸盐水泥浇注料的养护应采用干热法。水玻璃耐火浇注料的温度不得超过 60℃。

（5）冬期施工时，应做专门的施工记录，并符合下列规定：

1）室外空气温度，工作地点和砌体周围的温度，加热材料在暖棚内的温度，不定形耐火材料在搅拌、施工和养护时的温度，应每隔 4h 测量一次。

2）全部测量点应编号，并绘制测温点布置图。

3）测量不定形耐火材料的温度时，测温表放置在料体的时间不应少于 3min。

十、烘炉的技术要求

1. 烘炉阶段的主要工作

（1）制订工业炉的烘炉计划；准备烘炉用的工机具和材料；确认烘炉曲线。

（2）编制烘炉期间作业计划及应急处理预案；确定和实施烘炉过程中的监控重点。

2. 烘炉的技术要点

（1）工业炉在投入生产前必须烘干烘透。烘炉前应先烘烟囱及烟道。

（2）耐火浇注料内衬应该按规定养护后，才可进行烘炉。

（3）烘炉应在其生产流程有关的机电设备联合试运转及调整合格后进行。

（4）烘炉过程中，应根据炉窑的结构和用途、耐火材料的性能、建筑季节等制定烘炉曲线和操作规程。

1）其主要内容包括：烘炉期限、升温速度、恒温时间、最高温度、更换加热系统的温度、烘炉措施、操作规程及应急预案等。

2）烘炉后需降温的炉窑，在烘炉曲线中应注明降温速度。

（5）烘炉必须按烘炉曲线进行。烘炉过程中，应测定和测绘实际烘炉曲线。

（6）烘炉时应做详细记录，对所发生的一切不正常现象，应采取相应的应急措施，并注明其原因。

（7）烘炉期间，应仔细观察护炉铁件和内衬的膨胀情况以及拱顶的变化情况，必要时可调节拉杆螺母以控制拱顶的上升数值。在大跨度拱顶的上面应安装标志，以便检查拱顶的变化情况。

（8）在烘炉过程中，如主要设施发生故障而影响其正常升温时，应立即进行保温和停炉。故障消除后，才可按烘炉曲线继续升温烘炉。烘炉过程中所出现的缺陷经处理后，才可投料生产。

1H414000　建筑机电工程施工技术



1H414000
扫一扫
看本章精讲课
配套章节自测

1H414010　建筑管道工程施工技术

1H414011　建筑管道工程的划分与施工程序



一、建筑管道工程的划分

建筑给水排水及供暖分部工程的子分部、分项工程划分见表 1H414011。

建筑给水排水及供暖分部工程的划分 **表 1H414011**

分部工程	子分部工程	分项工程
建筑给水排水及供暖	室内给水系统	给水管道及配件安装，给水设备安装，室内消火栓系统安装，消防喷淋系统安装，防腐，绝热，管道冲洗、消毒，试验与调试
	室内排水系统	排水管道及配件安装，雨水管道及配件安装，防腐，试验与调试
	室内热水系统	管道及配件安装，辅助设备安装，防腐，绝热，试验与调试
	卫生器具	卫生器具安装，卫生器具给水配件安装，卫生器具排水管道安装，试验与调试
	室内供暖系统	管道及配件安装，辅助设备安装，散热器安装，低温热水地板辐射供暖系统安装，电加热供暖系统安装，燃气红外辐射供暖系统安装，热风供暖系统安装，热计量及调控装置安装，试验与调试，防腐，绝热
	室外给水管网	给水管道安装，室外消火栓系统安装，试验与调试
	室外排水管网	排水管道安装，排水管沟与井池，试验与调试
	室外供热管网	管道及配件安装，系统水压试验，系统调试，防腐，绝热，试验与调试
	建筑饮用水供应系统	管道及配件安装，水处理设备及控制设施安装，防腐，绝热，试验与调试
	建筑中水系统及雨水利用系统	建筑中水系统、雨水利用系统管道及配件安装，水处理设备及控制设施安装，防腐，绝热，试验与调试
	游泳池及公共浴池水系统	管道系统及配件安装，防腐，绝热，试验与调试
	水景喷泉系统	管道系统及配件安装，防腐，绝热，试验与调试
	热源及辅助设备	锅炉安装，辅助设备及管道安装，安全附件安装，换热站安装，防腐，绝热，试验与调试
	监测与控制仪表	检测仪器及仪表安装，试验与调试

二、建筑管道工程施工程序

1. 室内给水工程施工程序：施工准备→预留、预埋→管道测绘放线→管道元件检验→管道支吊架制作安装→管道加工预制→给水设备安装→管道及配件安装→系统水压试验→防腐绝热→系统冲洗、消毒。

2. 室内排水工程施工程序：施工准备→预留、预埋→管道测绘放线→管道元件检验→管道支吊架制作安装→管道预制→排水泵等设备安装→管道及配件安装→系统灌水试验→防腐→系统通球试验。

3. 室内供暖工程施工程序：施工准备→预留、预埋→管道测绘放线→管道元件检验→管道支吊架制作安装→管道预制→管道及配件安装→系统水压试验→防腐绝热→系统冲洗→试运行和调试。

4. 室外给水管网施工程序：施工准备→测量放线→管沟、井池开挖→管道支架制作安装→管道预制→管道安装→系统水压试验→防腐绝热→系统冲洗、消毒→管沟回填。

5. 室外排水管网施工程序：施工准备→测量放线→管沟、井池开挖→管道元件检验→管道支架制作安装→管道预制→管道安装→系统灌水试验→防腐→系统通水试验→管沟回填。

6. 室外供热管网施工程序：施工准备→测量放线→管沟、井池开挖→管道支架制作

安装→管道预制→管道安装→系统水压试验→防腐绝热→系统冲洗→试运行和调试→管沟回填。

7. 建筑饮用水供应工程施工程序：施工准备→预留、预埋→管道测绘放线→管道元件检验→管道支吊架制作安装→管道预制→水处理设备及控制设施安装→管道及配件安装→系统水压试验→防腐绝热→系统清洗、消毒。

8. 中水系统给水管道施工程序：施工准备→管道测绘放线→管道元件检验→管道支吊架制作安装→管道预制→水处理设备及控制设施安装→管道及配件安装→系统水压试验→防腐→系统清洗。

1H414012 建筑管道工程施工技术要求

一、建筑管道常用的连接方法

根据用途和管材，常用的连接方法有：螺纹连接、法兰连接、焊接、沟槽连接（卡箍连接）、卡套式连接、卡压连接、热熔连接、承插连接等。

1. 螺纹连接。螺纹连接是利用带螺纹的管道配件连接，管径小于或等于 80mm 的镀锌钢管宜用螺纹连接，多用于明装管道。钢塑复合管一般也用螺纹连接。镀锌钢管套丝扣时破坏的镀锌层表面及外露螺纹部分应做防腐处理。

2. 法兰连接。直径较大的管道采用法兰连接，法兰连接一般用在主干道连接阀门、水表、水泵等处，以及需要经常拆卸、检修的管段上。

3. 焊接。焊接适用于非镀锌钢管，多用于暗装管道和直径较大的管道，并在高层建筑中应用较多。铜管连接可采用专用接头或焊接，当管径小于 22mm 时宜采用承插或套管焊接，承口应迎介质流向安装，当管径大于或等于 22mm 时宜采用对口焊接。不锈钢管可采用承插焊。

4. 沟槽连接（卡箍连接）。沟槽式连接可用于消防水、空调冷热水、给水、雨水等系统直径大于或等于 100mm 的镀锌钢管或钢塑复合管，具有操作简单、不影响管道的原有特性、施工安全、系统稳定性好、维修方便、省工省时等特点。沟槽连接时，沟槽的深度应满足设计要求，不得过浅或过深。

5. 卡套式连接。铝塑复合管一般采用螺纹卡套压接。将配件螺母套在管道端头，再把配件内芯套入端头内，用扳手把紧配件与螺母即可。铜管的连接也可采用螺纹卡套压接。

6. 卡压连接。管径小于或等于 80mm 的薄壁不锈钢管道常采用卡压连接，施工时将带有特种密封圈的承口管件与管道连接，用专用工具压紧管口而起到密封和紧固作用，施工中具有安装便捷、连接可靠及经济合理等优点。

7. 热熔连接。PPR 管、HDPE 管一般采用热熔器进行热熔连接。

8. 承插连接。用于给水及排水铸铁管及管件的连接。有柔性连接和刚性连接两类，柔性连接采用橡胶圈密封，刚性连接采用石棉水泥或膨胀性填料密封，重要场合可用铅密封。

二、室内给水管道施工技术要求

1. 预留、预埋

校核土建图纸与安装图纸的一致性，现场检查预埋件、预留孔的位置、样式及尺

寸，配合土建施工及时做好各种孔洞的预留及预埋管、预埋件的埋设，确保埋设正确无遗漏。

2. 管道测绘放线

根据施工图纸进行现场实地测量放线，以确定管道及其支吊架的标高和位置。利用计算机 CAD 软件或 BIM 技术等进行空间模拟、管道碰撞检测，提前发现问题，避免管道之间出现“碰撞”现象。

3. 管道元件检验

（1）主要材料、成品、半成品、配件、器具和设备必须具有中文质量合格证明文件，规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求。生活给水系统所涉及的材料应满足卫生安全标准。进场时应做检查验收，并经监理工程师核查确认。如生活给水系统的软接头一般采用不锈钢软接头，而不使用橡胶软接头，因为后者很难达到饮用水卫生标准。

（2）对品种、规格、外观等进行验收。包装应完好，表面无划痕及外力冲击破损。

（3）管道所用流量计及压力表应进行校验检定，设备及管道上的安全阀应由具备资质的单位进行整定。

（4）阀门安装前，应做强度和严密性试验。试验应在每批（同牌号、同型号、同规格）数量中抽查 10%，且不少于 1 个。对于安装在主干管上起切断作用的闭路阀门，应逐个做强度和严密性试验。

（5）阀门的强度试验压力为公称压力的 1.5 倍；严密性试验压力为公称压力的 1.1 倍；试验压力在试验持续时间内应保持不变，且壳体填料及阀瓣密封面无渗漏。阀门的严密性和强度试验持续时间应不少于表 1H414012 的规定。

阀门的严密性和强度试验持续时间　　表 1H414012

公称直径 *DN*（mm）	最短试验持续时间（s）		
	严密性试验		强度试验
	金属密封	非金属密封	
≤ 50	15	15	15
65～200	30	15	60
250～450	60	30	180

4. 管道支吊架安装

（1）滑动支架应灵活，滑托与滑槽两侧间应留有 3～5mm 的间隙，纵向移动量应符合设计要求。

（2）无热伸长管道的吊架、吊杆应垂直安装。

（3）有热伸长管道的吊架、吊杆应向热膨胀的反方向偏移。

（4）塑料管及复合管垂直或水平安装的支架间距应符合规范的规定。采用金属制作的管道支架，应在管道与支架间加衬非金属垫或套管。

（5）金属管道立管管卡安装时，楼层高度小于或等于 5m，每层必须安装 1 个；楼层高度大于 5m，每层不得少于 2 个；管卡安装高度，距地面应为 1.5～1.8m，2 个以上管卡

应匀称安装，同一房间管卡应安装在同一高度上。

（6）薄壁不锈钢管道安装时，公称直径不大于25mm的管道可采用塑料管卡。采用碳钢管卡或吊架时，碳钢管卡或吊架与管道之间应采用塑料或橡胶等隔离垫。

5. 管道预制

（1）预制加工的管段应进行分组编号，非安装现场预制的管道应考虑运输的方便，预制阶段应同时进行管道的检验和底漆的涂刷工作。

（2）钢管热弯时应不小于管道外径的3.5倍；冷弯时应不小于管道外径的4倍；焊接弯头应不小于管道外径的1.5倍；冲压弯头应不小于管道外径。

6. 给水设备安装

（1）水泵就位前的基础混凝土强度、坐标、标高、尺寸和螺栓孔位置必须符合设计规定。

（2）敞口水箱的满水试验和密闭水箱（罐）的水压试验必须符合设计与《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020—2021的规定。满水试验静置24h观察，不渗不漏；水压试验在试验压力下10min压力不降，不渗不漏。

7. 管道及配件安装

（1）管道安装一般应本着先主管后支管、先上部后下部、先里后外的原则进行安装，对于不同材质的管道应先安装钢质管道，后安装塑料管道，当管道穿过地下室侧墙时应在室内管道安装结束后再进行安装，安装过程应注意成品保护。

（2）冷热水管道上下平行安装时热水管道应在冷水管道上方，垂直安装时热水管道应在冷水管道左侧。

（3）给水引入管与排水排出管的水平净距不得小于1m。室内给水与排水管道平行敷设时，两管间的最小水平净距不得小于0.5m；交叉铺设时，垂直净距不得小于0.15m。给水管应铺在排水管上面，若给水管必须铺在排水管的下面时，给水管应加套管，其长度不得小于排水管管径的3倍。

（4）给水水平管道应有2‰～5‰的坡度坡向泄水装置。

（5）水表应安装在便于检修，不受暴晒、污染和冻结的地方。安装螺翼式水表，表前与阀门应有不小于8倍水表接口直径的直线管段。

（6）管道穿过墙壁和楼板，应设置金属或塑料套管。安装在楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面20mm；安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面50mm，底部应与楼板底面相平；安装在墙壁内的套管其两端与饰面相平。穿过楼板的套管与管道之间缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实，端面光滑。穿墙套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实，且端面应光滑。管道的接口不得设在套管内。

8. 系统水压试验

（1）室内给水管道的水压试验必须符合设计要求，水压试验应包括水压强度试验和严密性试验。当设计未注明时，各种材质的给水管道系统强度试验压力均为工作压力的1.5倍，但不得小于0.6MPa。

（2）金属及复合管给水管道系统在试验压力下观测10min，压力降不应大于0.02MPa，然后降到工作压力进行检查，应不渗不漏；塑料管给水系统应在试验压力下稳压1h，压力降不得超过0.05MPa，然后在工作压力的1.15倍状态下稳压2h，压力降不得超过

0.03MPa，同时检查各连接处不得渗漏。

9. 防腐绝热

（1）室内直埋给水管道（塑料管道和复合管道除外）应做防腐处理。埋地管道防腐层材质和结构应符合设计要求。

（2）管道的防腐方法主要是涂漆。进行手工油漆涂刷时，漆层要厚薄均匀一致。多遍涂刷时，必须在上一遍涂膜干燥后才可涂刷第二遍。

（3）管道绝热按其用途可分为保温、保冷、加热保护三种类型。

10. 系统冲洗、消毒

（1）管道系统水压试验合格后，应进行管道系统冲洗。

（2）热水管道系统冲洗时，应先冲洗热水管道底部干管，后冲洗各环路支管。由临时供水入口向系统供水，关闭其他支管的控制阀门，只开启干管末端支管最底层的阀门，由底层放水并引至排水系统内。观察出水口处水质变化是否清洁。底层干管冲洗后再依次冲洗各分支环路，直至全系统管路冲洗完毕为止。

（3）生活给水、热水系统及游泳池循环给水系统的管道和设备在交付使用前必须冲洗和消毒，生活饮用水系统的水质应进行见证取样检验，水质符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2022 的要求方可使用。

三、室内排水管道施工技术要求

1. 管道支吊架安装

（1）金属排水管道上的吊钩或卡箍应固定在承重结构上。

（2）固定件间距：横管不大于 2m；立管不大于 3m。楼层高度小于或等于 4m，立管可安装 1 个固定件。立管底部的弯管处应设支墩或采取固定措施。

2. 管道及配件安装

（1）室内生活污水管道应按铸铁管、塑料管等不同材质及管径设置排水坡度，铸铁管的坡度应高于塑料管的坡度。

（2）排水塑料管必须按设计要求及位置装设伸缩节。如设计无要求时，伸缩节间距不得大于 4m。高层建筑中明装排水塑料管道应按设计要求设置阻火圈或防火套管。

（3）排水通气管不得与风道或烟道连接，通气管应高出屋面 300mm，且必须大于最大积雪厚度。在通气管出口 4m 以内有门、窗时，通气管应高出门、窗顶 600mm 或引向无门、窗一侧。在经常有人停留的平屋顶上，通气管应高出屋面 2m，并应根据防雷要求设置防雷装置。屋顶有隔热层应从隔热层板面算起。

（4）安装后未经消毒处理的医院含菌污水管道，不得与其他排水管道直接连接。

（5）生活饮用水箱（池）、中水箱（池）、雨水清水池的泄水管道、溢流管，不得与污水管道直接连接，采用间接排水，并应留出不小于 100mm 的隔断空间。

3. 系统灌水试验

（1）隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前必须做灌水试验，其灌水高度应不低于底层卫生器具的上边缘或底层地面高度。满水 15min 水面下降后，再灌满观察 5min，液面不降，管道及接口无渗漏为合格。

（2）安装在室内的雨水管道安装后应做灌水试验，灌水高度必须到每根立管上部的雨水斗。灌水试验持续 1h，不渗不漏。

4. 系统通球试验

排水主立管及水平干管管道均应做通球试验，通球球径不小于排水管道管径的2/3，通球率必须达到100%。

四、室内供暖管道施工技术要求

1. 管道及配件安装

（1）管道安装坡度，当设计未注明时，汽、水同向流动的热水供暖管道和汽、水同向流动的蒸汽管道及凝结水管道，坡度应为3‰，不得小于2‰；汽、水逆向流动的热水供暖管道和汽、水逆向流动的蒸汽管道，坡度不应小于5‰；散热器支管的坡度应为1%，坡向应利于排气和泄水。

（2）方形补偿器应水平安装，并与管道的坡度一致；如其臂长方向垂直安装必须设排气及泄水装置。

（3）上供下回式系统的热水干管变径应顶平偏心连接，蒸汽干管变径应底平偏心连接。

2. 辅助设备及散热器安装

（1）散热器进场时，应对其单位散热量、金属热强度等性能进行复验；保温材料进场时，应对其导热系数或热阻、密度、吸水率等性能进行复验；复验应为见证取样检验。同厂家、同材质的散热器，数量在500组及以下时，抽检2组；当数量每增加1000组时应增加抽检1组。

（2）散热器组对后，以及整组出厂的散热器在安装之前应做水压试验。试验压力如设计无要求时应为工作压力的1.5倍；但不小于0.6MPa。试验时间为2～3min，压力不降且不渗不漏。

（3）供暖分汽缸（分水器、集水器）安装前应进行水压试验，试验压力为工作压力的1.5倍，但不得小于0.6MPa。

（4）锅炉的阀门（尤其是安全阀）应逐个在其公称压力的1.25倍下进行严密性试验，且阀瓣与阀的密封面不应漏水。

3. 低温热水地板辐射供暖系统安装

（1）地面下敷设的盘管埋地部分不应有接头。

（2）盘管隐蔽前必须进行水压试验，试验压力为工作压力的1.5倍，但不小于0.6MPa。稳压1h内压力降不大于0.05MPa且不渗不漏。

4. 系统水压试验

（1）供暖系统安装完毕，管道保温之前应进行水压试验。试验压力应符合设计要求。当设计未注明时，蒸汽、热水供暖系统，应以系统顶点工作压力加0.1MPa做水压试验，同时在系统顶点的试验压力不小于0.3MPa。高温热水供暖系统，试验压力应为系统顶点工作压力加0.4MPa。塑料管及复合管的热水供暖系统，应以系统顶点工作压力加0.2MPa做水压试验，同时在系统顶点的试验压力不小于0.4MPa。

（2）钢管及复合管的供暖系统应在试验压力下10min内压力降不大于0.02MPa，降至工作压力后检查，不渗不漏；塑料管的供暖系统应在试验压力下1h内压力降不大于0.05MPa，然后降压至工作压力的1.15倍，稳压2h，压力降不大于0.03MPa，同时各连接处不渗不漏。

5. 系统冲洗

系统试压合格后，应对系统进行冲洗并清扫过滤器及除污器。现场观察，直至排出水不含泥沙、铁屑等杂质，且水色不浑浊为合格。

6. 试运行和调试

（1）系统冲洗完毕应充水、加热，进行试运行和调试。

（2）锅炉安全阀应进行定压检验和调整，整定压力应符合设计及《锅炉安装工程施工及验收标准》GB 50273—2022 的要求，调整后的安全阀应立即加锁或铅封。

（3）安全阀经最终调整后，现场组装的锅炉应带负荷正常连续试运行 48h，整体出厂的锅炉应带负荷正常连续试运行 4～24h，并应做好试运行记录。

五、室外给水管网施工技术要求

1. 管沟、井室开挖

（1）管沟的沟底层应是原土层，或是夯实的回填土，沟底应平整，坡度应顺畅，不得有尖硬的物体、块石等。

（2）如沟基为岩石、不易清除的块石或为砾石层时，沟底应下挖 100～200mm，填铺细砂或粒径不大于 5mm 的细土，夯实到沟底标高后，方可进行管道敷设。

2. 管道安装

（1）给水管道与污水管道在不同标高平行敷设，其垂直间距在 500mm 以内时，给水管管径小于或等于 200mm 的，管壁水平间距不得小于 1.5m；管径大于 200mm 的，不得小于 3m。

（2）给水系统各种井室内的管道安装，如设计无要求，井壁距法兰或承口的距离：管径小于或等于 450mm 时，不得小于 250mm；管径大于 450mm 时，不得小于 350mm。

3. 系统水压试验

管网必须进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa。管材为钢管、铸铁管时，试验压力下 10min 内压力降不应大于 0.05MPa，然后降至工作压力进行检查，压力应保持不变，不渗不漏；管材为塑料管时，试验压力下，稳压 1h 压力降不大于 0.05MPa，然后降至工作压力进行检查，压力应保持不变，不渗不漏。

4. 系统冲洗、消毒

给水管道在竣工后，必须对管道进行冲洗，饮用水管道还要在冲洗后进行消毒，满足饮用水卫生要求。

5. 管沟回填

（1）管沟回填土，管顶上部 200mm 以内应用砂子或无块石及冻土块的土，并不得用机械回填。

（2）管顶上部 500mm 以内不得回填直径大于 100mm 的块石和冻土块；500mm 以上部分回填土中的块石或冻土块不得集中。

六、室外排水管网施工技术要求

1. 管道安装

（1）排水管道的坡度必须符合设计要求，严禁无坡或倒坡。

（2）排水铸铁管采用水泥捻口时，油麻填塞应密实，接口水泥应密实饱满，其接口面凹入承口边缘且深度不得大于 2mm。

（3）承插接口的排水管道安装时，管道和管件的承口应与水流方向相反。

2. 系统灌水、通水试验

（1）管道埋设前必须做灌水试验和通水试验，排水应畅通，无堵塞，管接口无渗漏。

（2）按排水检查井分段试验，试验水头应以试验段上游管顶加 1m，时间不少于 30min，逐段观察。

七、室外供热管网施工技术要求

1. 管道安装

（1）架空敷设的供热管道安装高度，如设计无规定时，人行地区，不小于 2.5m；通行车辆地区，不小于 4.5m；跨越铁路，距轨顶不小于 6m。

（2）地沟内的管道安装位置，其净距（保温层外表面）与沟壁为 100～150mm；与沟底为 100～200mm；与沟顶（不通行地沟）为 50～100mm；与沟顶（半通行和通行地沟）为 200～300mm。

2. 系统水压试验

（1）供热管道的水压试验压力应为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa。在试验压力 10min 内压力降不大于 0.05MPa，然后降至工作压力检查，不渗不漏。

（2）供热管道做水压试验时，试验管道上的阀门应开启，并应与非试验管道隔断。

（3）预制直埋保温管接头安装完成后，必须全部进行气密性检验，检验压力应为 0.02MPa，压力稳定后采用涂上肥皂水的方法检查，无气泡为合格。

3. 系统冲洗

管道试压合格后，应进行冲洗。现场观察，以水色不浑浊为合格。

4. 试运行和调试

管道冲洗完毕应通水、加热，进行试运行和调试，测量各建筑物热力入口处供回水温度及压力。当不具备加热条件时，应延期进行。

八、建筑饮用水供应工程施工技术要求

1. 管道元件检验

（1）建筑直饮水系统的管道必须采用与管材相适应的管件。直饮水系统所涉及的材料与设备必须满足饮用水卫生安全要求。

（2）建筑直饮水系统的管道应选用薄壁不锈钢管、铜管或其他符合食品级要求的优质给水塑料管和优质钢塑复合管。开水管道应选用工作温度大于 100℃的金属管道。

（3）饮水器应用不锈钢、铜镀铬制品，其表面应光洁易于清洗。

2. 系统水压试验

（1）管道安装完成后，应分别对立管、连通管及室外管段进行水压试验。系统中不同材质的管道应分别试压。水压试验必须符合设计要求。

（2）当设计未注明时，各种材质的管道系统试验压力应为管道工作压力的 1.5 倍，且不得小于 0.60MPa。

（3）暗装管道必须在隐蔽前进行试压。热熔连接管道，水压试验时间应在连接完成 24h 后进行。

3. 系统清洗、消毒

建筑直饮水系统试压合格后应对整个系统进行清洗和消毒，消毒液可采用含 20～

30mg/L 的游离氯或过氧化氢溶液等其他合适消毒液，并经有关部门取样检验，符合《饮用净水水质标准》CJ 94—2005 的要求方可使用。

九、建筑中水及雨水利用工程施工技术要求

1. 管道元件检验

中水给水管道管材及配件应采用耐腐蚀的给水管管材及附件。

2. 水处理设备及控制设施安装

中水高位水箱应与生活高位水箱分设在不同的房间内，如条件不允许只能设在同一房间时，与生活高位水箱的净距离应大于 2m。

3. 管道及配件安装

（1）中水给水管道不得装设取水水嘴。便器冲洗宜采用密闭型设备和器具。绿化、浇洒、汽车冲洗宜采用壁式或地下式的给水栓。

（2）中水供水管道严禁与生活饮用水给水管道连接，并应采取下列措施：中水管道外壁应涂浅绿色标志；中水池（箱）、阀门、水表及给水栓均应有“中水”标志。

（3）中水管道不宜暗装于墙体和楼板内。如必须暗装于墙槽内时，必须在管道上有明显且不会脱落的标志。

（4）中水管道与生活饮用水管道、排水管道平行埋设时，其水平净距离不得小于 0.5m；交叉埋设时，中水管道应位于生活饮用水管道下面、排水管道的上面，其净距离不应小于 0.15m。

十、高层建筑管道安装的技术要求

1. 妥善处理好排水管道的通气、消能问题，保证供排水安全通畅

高层建筑给水排水系统使用的人数多，用水高峰的瞬时给水量和排水流量大，一旦发生停水和排水管道堵塞事故，影响范围较大。妥善处理好排水管道的通气问题，保证供排水安全通畅是关键。十层及十层以上高层建筑卫生间的生活污水立管应设置通气立管。高层建筑尤其是超高层建筑，应按设计要求设置乙字弯或在设备层（转换层）设置水平管进行消能。

2. 合理地设置给水、热水系统的竖向分区，确保管道系统安全可靠地运行

高层建筑层数多、高度大，给水系统及热水系统中的静水压力大，为保证管道及配件不超压，设计时必须对给水系统和热水系统进行合理的竖向分区并加设减压设备，施工中应选用正确承压标准的泵类设备、管道和阀部件，选用相应壁厚的管道，保证管道的焊接质量和固定牢固，以确保系统的正常运行。

3. 采取可靠措施，防止重大火灾事故的发生

高层建筑一旦发生火灾，各类竖井处极易形成“烟囱效应”，助长火势迅速蔓延，人员疏散及扑救困难。应采取可靠措施，设置安全可靠的室内消防给水系统及室外补水系统，管道保温及管道井、穿墙套管的封堵应使用阻燃材料，防止重大火灾事故的发生。如金属排水管道穿楼板和防火墙的洞口间隙、套管间隙应采用防火材料封堵。高层建筑中明设管径大于或等于 *DN*110 的塑料排水立管穿越楼板时，应在楼板下侧管道上设置阻火圈。

4. 必须考虑管道的防振、降噪措施

高层建筑对防噪声、防振等要求较高，但室内管道及设备种类繁多、管线长、噪声源和振源多，必须保证管道安装牢固、坡度合理，并采取必要的减振隔离或加设柔性连接等措施。

5. 处理好各种管线的综合交叉，做好综合布置，合理安排施工工序

高层建筑由于给水排水、消防、空调、电气等各种管道设备繁多，要做好综合布置，处理好各种管线的综合交叉。管道井要根据管道走向合理布置，合理安排施工工序。公用工程的管道应在施工前进行 CAD 软件或 BIM 技术三维模拟及现场实际测绘，以避免管道“打架”现象，便于后续保温、装修及日后维修工作。

6. 合理、安全地布置管道抗震支吊架，防止地震次生灾害

高层建筑的机电系统中管道数量巨大、规格型号复杂、使用功能各有不同，抗震支吊架对管道抗震设防起到至关重要的作用。抗震支吊架是与建筑结构体牢固连接，以地震力为主要荷载的抗震支撑设施，其构成由锚固体、加固吊杆、抗震连接构件及抗震斜撑组成。当给水管道必须穿越抗震缝时宜靠近建筑物的下部穿越，且应在抗震缝两边各装一个柔性管接头或在通过抗震缝处安装门形弯头或设置伸缩节。

7. 给水排水及室内雨水落管道应在结构封顶并经初沉后进行施工

高层住宅因高度大、层数多、沉降量大，要避免出地下室的管道承受沉降的剪力而损坏，给水排水及室内雨水管道应在结构封顶并经初沉后进行施工，如果因赶工需要同步进行安装，则应先安装建筑物内的管道，等结构封顶初沉后再穿外墙做出户管道。

8. 高层建筑出现管道渗水最多的部位，要有可靠的防水措施

地下室或构筑物外墙有管道穿过时往往设置有套管，是高层建筑出现渗水最多的部位，管道安装后要有可靠的防水措施。

9. 高层建筑的雨水系统应采用合适的管材

高层建筑的重力流雨水系统可用镀锌焊接钢管，超高层建筑的重力流雨水系统可采用镀锌无缝钢管和球墨铸铁管；高层和超高层建筑的虹吸式雨水系统的管道，可采用高密度聚乙烯（HDPE）管、不锈钢管、衬塑钢管、镀锌钢管、铸铁管等材料，这些管材除承受正压外，还应能承受负压。

10. 采用环保、节能的大管道闭式循环冲洗技术

高层、超高层建筑管道管径大，在施工过程中，管道内难免落进砂、砾石、砖块、电焊条、电焊渣等杂物，残存在管道内壁的底层，而管道内壁因氧化、腐蚀而残存在管道壁面的氧化铁皮等，在管网投入运行前，必须将这些杂质清除掉，而最好的、既环保又节能的方法就是采用大管道闭式循环冲洗技术。

十一、建筑管道先进适用技术

1. 建筑管道工程模块化安装

（1）工业化和装配化

现代建筑机电安装正朝着工业化和装配化方向发展，其基本特点是将全部工作分为预制和装配两个部分。工业化预制的优越性在于：加工制造作业规范化，且既不受天气影响，也不受土建和设备安装条件的限制，待现场条件具备时，即可将预制好的管段及组合件运至现场进行安装。这对于缩短施工周期，加快施工进度，减少高空作业和高空作业辅助设施的架设，保证施工质量和安全，提高技术水平和平衡施工力量等都具有十分重要的意义。

（2）利用计算机三维技术，分段模块预制

管道按照支架的节间或一定模数的长度，利用计算机三维技术进行分段模块预制、编码，包装成捆后批量运输，在现场按照编码对号进行安装。要求各类管道的管材选择、敷

设形式、连接方式、支架形式在符合设计性能的同时，各类泵站等设备机房的设备、管道以模块化进行设计，批量化预制加工和现场装配。

2. 建筑中水处理技术

建筑中水系统由中水水源、中水处理设施和中水供水系统组成，主要用于建筑杂用水和城市杂用水，如：冲厕、浇洒道路、绿化、消防用水、洗车、冷却用水等，其水质应符合《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920—2020 的规定。

3. 建筑雨水利用技术与海绵城市

建筑雨水利用技术是将室外总平面、园林景观、建筑、给水排水等专业相互配合，采用雨水入渗系统、收集回用系统、调蓄排放系统中的单一系统或多种系统组合，从而建设或修复水环境与生态环境。通过下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时可将蓄存的水“释放”并加以利用，使城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”。

1H414020 建筑电气工程施工技术

1H414021 建筑电气工程的划分与施工程序

一、建筑电气工程的划分

建筑电气分部工程的子分部、分项工程划分见表 1H414021。

建筑电气分部工程的划分 表 1H414021

分部工程	子分部工程	分项工程
建筑电气	室外电气	变压器、箱式变电所安装，成套配电柜、控制柜（台、箱）和配电箱（盘）安装，梯架、托盘和槽盒安装，导管敷设，电缆敷设，管内穿线和槽盒内敷线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，普通灯具安装，专用灯具安装，建筑照明通电试运行，接地装置安装
	变配电室	变压器、箱式变电所安装，成套配电柜、控制柜（台、箱）和配电箱（盘）安装，母线槽安装，梯架、托盘和槽盒安装，电缆敷设，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，接地装置安装，接地干线敷设（变配电室及电气竖井内接地干线敷设）
	供电干线	电气设备试验和试运行，母线槽安装，梯架、托盘和槽盒安装，导管敷设，电缆敷设，管内穿线和槽盒内敷线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，接地干线敷设（变配电室及电气竖井内接地干线敷设）
	电气动力	成套配电柜、控制柜（台、箱）和配电箱（盘）安装，电动机、电加热器及电动执行机构检查接线，电气设备试验和试运行，梯架、托盘和槽盒安装，导管敷设，电缆敷设，管内穿线和槽盒内敷线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试
	电气照明	成套配电柜、控制柜（台、箱）和动力、配电箱（盘）安装，梯架、托盘和槽盒安装，导管敷设，管内穿线和槽盒内敷线，塑料护套线直敷布线，钢索配线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，普通灯具安装，专用灯具安装，开关、插座、风扇安装，建筑照明通电试运行
	备用和不间断电源	成套配电柜、控制柜（屏、台）和配电箱（盘）安装，柴油发电机组安装，UPS 及 EPS 安装，母线槽安装，导管敷设，电缆敷设，管内穿线和槽盒内敷线，电缆头制作、导线连接和线路绝缘测试，接地装置安装
	防雷及接地	接地装置安装，接地干线敷设，防雷引下线及接闪器安装，建筑物等电位联结

二、建筑电气工程施工程序

（一）变配电工程施工程序

1. 配电柜（开关柜）的安装顺序：开箱检查→二次搬运→基础框架制作安装→柜体固定→母线连接→二次线路连接→试验调整→送电运行验收。

2. 干式变压器的施工顺序：开箱检查→变压器二次搬运→变压器本体安装→附件安装→变压器交接试验→送电前检查→送电运行验收。

（二）供电干线施工程序

1. 母线槽施工程序：开箱检查→支架安装→单节母线槽绝缘测试→母线槽安装→通电前绝缘测试→送电验收。

2. 梯架、托盘和槽盒施工程序：测量定位→支架制作→支架安装→梯架、托盘和槽盒安装连接→接地线跨接。

3. 梯架和托盘内电缆施工程序：电缆开箱检查→电缆搬运→电缆敷设→电缆绝缘测试→挂标志→质量验收。

4. 槽盒内配线施工程序：选择导线→槽盒内敷设导线→导线连接→线路绝缘测试。

5. 金属导管施工程序：测量定位→支架制作、安装（明导管敷设时）→导管预制→导管连接→接地线跨接。

6. 管内穿线施工程序：选择导线→管内穿引线→导线与引线绑扎→放护圈（金属导管）→穿导线→导线连接→线路绝缘测试。

（三）电气动力工程施工程序

1. 明装动力配电箱施工程序：基础框架制作安装→配电箱安装固定→导线连接→送电前检查→送电运行。

2. 动力设备施工程序：设备开箱检查→设备安装→电动机检查、接线→电机干燥（受潮时）→控制设备安装→送电前的检查→送电运行。

（四）电气照明工程施工程序

1. 暗装照明配电箱的施工程序：配电箱固定→配管→管内穿线→导线连接→送电前检查→送电运行。

2. 照明灯具的施工程序：灯具开箱检查→灯具组装→灯具安装接线→送电前的检查→送电运行。

（五）防雷接地装置施工程序

防雷接地装置的施工程序：接地体施工→接地干线施工→引下线敷设→均压环施工→接闪带（接闪杆、接闪网）施工。

1H414022 建筑电气工程施工技术要求

一、供电干线及室内配电线路施工技术要求

（一）母线槽施工技术要求

1. 母线槽开箱检查

（1）母线槽防潮密封应良好，附件应齐全、无缺损，外壳应无明显变形，母线螺栓搭接面应平整、镀层覆盖应完整、无起皮和麻面。

（2）有防护等级要求的母线槽应检查产品及附件的防护等级，其标识应完整。防火型

母线槽应有防火等级和燃烧报告。

2. 母线槽支架安装要求

（1）母线槽支架安装应牢固、无明显扭曲，采用金属吊架固定时，应设有防晃支架。

（2）室内配电母线槽的圆钢吊架直径不得小于 8mm，室内照明母线槽的圆钢吊架直径不得小于 6mm。

（3）水平或垂直敷设的母线槽，每节不得少于一个支架，其间距应符合产品技术文件的要求，距拐弯 0.4～0.6m 处应设置支架，固定点位置不应设置在母线槽的连接处或分接单元处。

3. 母线槽安装及连接要求

（1）母线槽直线段安装应平直，配电母线槽水平度与垂直度偏差不宜大于 1.5‰，全长最大偏差不宜大于 20mm；照明母线槽水平偏差全长不应大于 5mm，垂直偏差不应大于 10mm。母线应与外壳同心，允许偏差应为 ±5mm。

（2）母线槽跨越建筑物变形缝处时，应设置补偿装置；母线槽直线敷设长度超过 80m，每 50～60m 宜设置伸缩节。

（3）母线槽不宜安装在水管的正下方。

（4）母线槽段与段的连接口不应设置在穿越楼板或墙体处，垂直穿越楼板处应设置与建（构）筑物固定的专用部件支座，其孔洞四周应设置高度为 50mm 及以上的防水台，并应采取防火封堵措施。

（5）母线槽连接后不应使母线及外壳受额外应力；母线的连接方法应符合产品技术文件要求；母线槽连接用部件的防护等级应与母线槽本体的防护等级一致。

（6）母线槽的连接紧固应采用力矩扳手，搭接螺栓紧固力矩应符合产品技术文件的要求或规范标准要求。母线搭接螺栓的拧紧力矩见表 1H414022-1。母线连接的接触电阻应小于 0.1Ω。

母线搭接螺栓的拧紧力矩　　　　表 1H414022-1

序号	螺栓规格	力矩值（N·m）
1	M8	8.8～10.8
2	M10	17.7～22.6
3	M12	31.4～39.2
4	M14	51.0～60.8
5	M16	78.5～98.1
6	M18	98.0～127.4
7	M20	156.9～196.2
8	M24	274.6～343.2

（7）母线槽的金属外壳等外露可导电部分应与保护导体可靠连接，每段母线槽的金属外壳间应连接可靠，且母线槽全长与保护导体可靠连接不应少于 2 处；分支母线槽的金属外壳末端应与保护导体可靠连接。

4. 母线槽通电前检查

（1）母线槽通电运行前应进行检验或试验，高压母线交流工频耐压试验应符合交接试验规定；低压母线绝缘电阻值不应小于 0.5MΩ。

（2）分接单元插入时，接地触头应先于相线触头接触，且触头连接紧密，退出时，接地触头应后于相线触头脱开。

（二）梯架、托盘和槽盒施工技术要求

1. 梯架、托盘和槽盒进场验收要求

（1）钢制梯架、托盘和槽盒涂层应完整、无锈蚀；配件应齐全，表面应光滑、不变形。

（2）塑料槽盒应无破损、色泽均匀，对阻燃性能有异议时，应按批抽样送有资质的试验室检测。

（3）铝合金梯架、托盘和槽盒涂层应完整，不应有扭曲变形、压扁或表面划伤等现象。

2. 支架安装要求

（1）建筑钢结构构件上不得熔焊支架，且不得热加工开孔。

（2）水平安装的支架间距宜为 1.5～3.0m，垂直安装的支架间距不应大于 2m。

（3）采用金属吊架固定时，圆钢直径不得小于 8mm，并应有防晃支架，在分支处或端部 0.3～0.5m 处应有固定支架。

3. 金属梯架、托盘和槽盒安装要求

（1）电缆金属梯架、托盘和槽盒转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径不应小于金属梯式、托盘式和槽式桥架内电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许弯曲半径应符合表 1H414022-2 的规定。

电缆最小允许弯曲半径　　表 1H414022-2

<table>
<tr><th colspan="2">电缆形式</th><th>电缆外径（mm）</th><th>多芯电缆</th><th>单芯电缆</th></tr>
<tr><td rowspan="2">塑料绝缘电缆</td><td>无铠装</td><td rowspan="7">—</td><td>15D</td><td>20D</td></tr>
<tr><td>有铠装</td><td>12D</td><td>15D</td></tr>
<tr><td colspan="2">橡皮绝缘电缆</td><td colspan="2">10D</td></tr>
<tr><td rowspan="3">控制电缆</td><td>非铠装型、屏蔽型软电缆</td><td>6D</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>铠装型、铜屏蔽型电缆</td><td>12D</td></tr>
<tr><td>其他</td><td>10D</td></tr>
<tr><td colspan="2">铝合金导体电力电缆</td><td colspan="2">7D</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">氧化镁绝缘刚性矿物绝缘电缆</td><td>＜7</td><td colspan="2">2D</td></tr>
<tr><td>≥7，且＜12</td><td colspan="2">3D</td></tr>
<tr><td>≥12，且＜15</td><td colspan="2">4D</td></tr>
<tr><td>≥15</td><td colspan="2">6D</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他矿物绝缘电缆</td><td>—</td><td colspan="2">15D</td></tr>
</table>

注：D 为电缆外径。

（2）配线槽盒与水管同侧上下敷设时，宜安装在水管的上方；与热水管、蒸汽管平行

上下敷设时，应敷设在热水管、蒸汽管的下方。

（3）敷设在电气竖井内，穿楼板处和穿越不同防火区的梯架、托盘和槽盒，应有防火隔离措施。

4. 金属梯架、托盘和槽盒的接地跨接要求

（1）金属梯架、托盘和槽盒全长不大于30m时，不应少于2处与保护导体可靠连接。

（2）全长大于30m时，每隔20～30m应增加一个接地连接点，起始端和终点端均应可靠地接地。

（3）非镀锌金属梯架、托盘和槽盒之间连接的两端应跨接保护连接导体，保护连接导体的截面应符合设计要求。

（4）镀锌金属梯架、托盘和槽盒之间不跨接保护连接导体时，连接板每端不应少于2个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

（三）导管施工技术要求

1. 金属镀锌导管的进场验收要求

（1）查验产品质量证明书。

（2）镀锌层应覆盖完整、表面无锈斑，金具配件应齐全，无砂眼。

（3）埋入土壤中的热浸镀锌钢材，其镀锌层厚度不应小于63μm。

（4）对镀锌质量有异议时，应按批抽样送有资质的试验室检测。

2. 支架安装要求

（1）承力建筑钢结构构件上不得熔焊导管支架，且不得热加工开孔。

（2）当导管采用金属吊架固定时，圆钢直径不得小于8mm，并应设置防晃支架。

（3）在距离盒（箱）、分支处或端部0.3～0.5m处应设置固定支架。

3. 金属导管施工要求

（1）钢导管不得采用对口熔焊连接；镀锌钢导管或壁厚小于或等于2mm的钢导管，不得采用套管熔焊连接。

（2）镀锌钢导管、可弯曲金属导管和金属柔性导管不得熔焊连接。

（3）暗配导管的表面埋设深度与建筑物、构筑物表面的距离不应小于15mm。当塑料导管在墙体上剔槽埋设时，应采用强度等级不小于M10的水泥砂浆抹面保护。

（4）导管穿越密闭或防护密闭隔墙时，应设置预埋套管，预埋套管的制作和安装应符合设计要求，套管两端伸出墙面的长度宜为30～50mm，导管穿越密闭穿墙套管的两侧应设置过线盒，并应做好封堵。

（5）导管弯曲半径要求：

1）明配导管的弯曲半径不宜小于管外径的6倍，当两个接线盒间只有一个弯曲时，其弯曲半径不宜小于管外径的4倍。

2）埋设于混凝土内的导管的弯曲半径不宜小于管外径的6倍，当直埋于地下时，其弯曲半径不宜小于管外径的10倍。

（6）明配电气导管应排列整齐、固定点间距均匀、安装牢固；在距终端、弯头中点或柜、台、箱、盘等边缘150～500mm范围内应设有固定管卡。

（7）进入配电（控制）柜、台、箱内的导管管口，当箱底无封板时，管口应高出柜、台、箱、盘的基础面50～80mm。

（8）室外埋地敷设的钢导管的壁厚应大于2mm；导管的管口不应敞口垂直向上，导管管口应在盒、箱内或导管端部设置防水弯；导管管口在穿入绝缘导线、电缆后应做密封处理。

4. 金属导管与保护导体连接要求

（1）当非镀锌钢导管采用螺纹连接时，连接处的两端应熔焊焊接保护连接导体；熔焊焊接的保护连接导体宜为圆钢，直径不应小于6mm，其搭接长度应为圆钢直径的6倍。

（2）镀锌钢导管、可弯曲金属导管和金属柔性导管连接处的两端宜采用专用接地卡固定保护连接导体；专用接地卡固定的保护连接导体应为铜芯软导线，截面不应小于$4mm^2$。

（3）机械连接的金属导管，管与管、管与盒（箱）体的连接配件应选用配套部件，其连接应符合产品技术文件要求，当连接处的接触电阻值符合国家现行标准要求时，连接处可不设置保护连接导体，但导管不应作为保护导体的接续导体。

（4）金属导管与金属梯架、托盘连接时，镀锌材质的连接端宜用专用接地卡固定保护连接导体，非镀锌材质的连接处应熔焊焊接保护连接导体。

5. 塑料导管敷设要求

（1）管口应平整光滑，管与管、管与盒（箱）等器件采用插入法连接时，连接处结合面应涂专用粘结剂，接口应牢固密封。

（2）直埋于地下或楼板内的刚性塑料导管，在穿出地面或楼板易受机械损伤的一段应采取保护措施。

6. 柔性导管敷设要求

（1）刚性导管经柔性导管与电气设备、器具连接时，柔性导管的长度在动力工程中不宜大于0.8m，在照明工程中不宜大于1.2m。

（2）柔性导管与刚性导管或电气设备、器具间的连接应采用专用接头。

（3）明配柔性导管固定点间距不应大于1m，管卡与设备、器具、弯头中点、管端等边缘的距离应小于0.3m。

（4）金属柔性导管不应作为保护导体的接续导体。

（四）室内电缆敷设要求

1. 电缆支架安装要求

（1）当设计无要求时，电缆支架层间净距不应小于2倍电缆外径加10mm，35kV电缆不应小于2倍电缆外径加50mm。

（2）最上层电缆支架距构筑物顶板或梁底的最小净距应满足电缆引接至上方配电柜、台、箱、盘时电缆弯曲半径的要求。

（3）电缆支架距其他设备的最小净距不应小于300mm，当无法满足要求时应设置防护板。

2. 电缆本体敷设要求

（1）交流单芯电缆或分相后的每相电缆不得单根穿于钢导管内，固定用的夹具和支架不应形成闭合磁路。

（2）电缆出入电缆沟，电气竖井，建筑物，配电（控制）柜、台、箱处以及管子管口处等部位应采取防火或密封措施。

（3）电缆出入电缆梯架、托盘、槽盒及配电（控制）柜、台、箱、盘处应做固定。

（4）当电缆通过墙、楼板或室外敷设穿导管保护时，导管的内径不应小于电缆外径的1.5倍。

（五）导管内穿线和槽盒内导线敷设要求

1. 导管内穿线要求

（1）绝缘导线穿管前，应清除管内杂物和积水，绝缘导线穿入金属导管的管口在穿线前应装设护线口。

（2）绝缘导线接头应设置在专用接线盒（箱）或器具内，不得设置在导管和槽盒内，接线盒（箱）的设置位置应便于检修。

（3）同一交流回路的绝缘导线不应敷设于不同的金属槽盒内或穿于不同金属导管内。

（4）不同回路、不同电压等级和交流与直流线路的绝缘导线不应穿于同一导管内。

2. 槽盒内敷线要求

（1）同一槽盒内不宜同时敷设绝缘导线和电缆。

（2）同一路径无抗干扰要求的线路，可敷设于同一槽盒内。

二、电气照明工程施工技术要求

（一）照明配电箱安装技术要求

1. 照明配电箱检查

（1）照明配电箱的箱体应采用不燃材料制作；

（2）箱内开关动作应灵活可靠；

（3）箱内宜分别设置中性导体（N）和保护接地导体（PE）汇流排。

2. 照明配电箱安装要求

（1）箱体应安装牢固、位置正确、部件齐全，安装高度应符合设计要求，垂直度允许偏差不应大于1.5‰。

（2）照明配电箱不应设置在水管的正下方。

3. 照明配电箱内配线要求

（1）照明配电箱内配线应整齐、无绞接现象。

（2）同一电器器件端子上的导线连接不应多于2根，防松垫圈等零件应齐全。

（3）汇流排上同一端子不应连接不同回路的N线或PE线。

4. 电涌保护器SPD安装要求

（1）照明配电箱内电涌保护器SPD的型号规格及安装布置应符合设计要求。

（2）SPD的接线形式应符合设计要求，接地导线的位置不宜靠近出线位置，SPD的连接导线应平直、足够短，且不宜大于0.5m。

（二）灯具安装技术要求

1. 灯具现场检查要求

（1）Ⅰ类灯具的外露可导电部分应具有专用的PE端子。

（2）消防应急灯具应获得消防产品型式试验合格评定，且具有认证标志。

（3）水下灯及防水灯具的防护等级应符合设计要求，当对其密闭和绝缘性能有异议时，应按批抽样送有资质的试验室检测。

（4）灯具内部接线应为铜芯绝缘导线，其截面应与灯具功率相匹配，且不应小于$0.5mm^2$。

（5）灯具的绝缘电阻值不应小于2MΩ，灯具内绝缘导线的绝缘层厚度不应小于0.6mm。

2. 灯具安装条件

（1）灯具安装前，应确认安装灯具的预埋螺栓及吊杆、吊顶上安装嵌入式灯具用的专用支架等已完成，对需做承载试验的预埋件或吊杆经试验应合格。

（2）影响灯具安装的模板、脚手架应已拆除，顶棚和墙面喷浆、油漆或壁纸等及地面清理工作应已完成。

（3）灯具接线前，线路的绝缘电阻测试应合格。

（4）高空安装的灯具，应先在地面进行通电亮灯试验合格。

3. 灯具固定要求

（1）灯具固定应牢固可靠，在砌体和混凝土结构上严禁使用木榫、尼龙塞或塑料塞固定；检查时按每检验批的灯具数量抽查5%，且不得少于1套。

（2）质量大于10kg的灯具、固定装置及悬吊装置应按灯具重量的5倍恒定均布载荷做强度试验，且持续时间不得少于15min。施工或强度试验时观察检查，查阅灯具固定装置及悬吊装置的载荷强度试验记录；应全数检查。

（3）吸顶或墙面上安装的灯具，其固定螺栓或螺钉不应少于2个，灯具应紧贴饰面。

（4）悬吊式灯具安装要求：

1）质量大于0.5kg的软线吊灯，灯具的电源线不应受力。

2）质量大于3kg的悬吊灯具，固定在螺栓或预埋吊钩上，螺栓或预埋吊钩的直径不应小于灯具挂销直径，且不应小于6mm。

3）当采用钢管作灯具吊杆时，其内径不应小于10mm，壁厚不应小于1.5mm。

4）灯具与固定装置及灯具连接件之间采用螺纹连接的螺纹啮合扣数不应少于5扣。

4. 灯具的接线要求

（1）引向单个灯具的绝缘导线截面应与灯具功率相匹配，绝缘铜芯导线的线芯截面不应小于$1mm^2$。

（2）软线吊灯的软线两端应做保护扣，两端线芯应搪锡。

（3）连接灯具的软线应盘扣、搪锡压线，当采用螺口灯头时，相线应接于螺口灯头中间的端子上。

（4）由接线盒引至嵌入式灯具或槽灯的绝缘导线应采用柔性导管保护，不得裸露，且不应在灯槽内明敷；柔性导管与灯具壳体应采用专用接头连接。

5. 灯具的接地要求

灯具按防触电保护形式分为Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类。

（1）Ⅰ类灯具的防触电保护不仅依靠基本绝缘，还需把外露可导电部分连接到保护导体上，因此Ⅰ类灯具外露可导电部分必须采用铜芯软导线与保护导体可靠连接，连接处应设置接地标识；铜芯软导线（接地线）的截面应与进入灯具的电源线截面相同，导线间的连接应采用导线连接器或缠绕搪锡连接。

（2）Ⅱ类灯具的防触电保护不仅依靠基本绝缘，还具有双重绝缘或加强绝缘，因此Ⅱ类灯具外壳不需要与保护导体连接。

（3）Ⅲ类灯具的防触电保护是依靠安全特低电压，电源电压不超过交流50V，采用隔离变压器供电。因此Ⅲ类灯具的外壳不容许与保护导体连接。

6. 灯具的防火要求

(1)容量在100W及以上的灯具，引入线应采用瓷管、矿棉等不燃材料作隔热保护。

(2)灯具表面及其附件的高温部位靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防火保护措施。

7. 灯具的防水要求

(1)露天灯具安装要求

1)灯具应有泄水孔，且泄水孔应设置在灯具腔体的底部。

2)灯具及其附件、紧固件和与其相连的导管、接线盒等应有防腐蚀和防水措施。

(2)庭院灯、建筑物附属路灯安装要求

1)灯具接线盒应采用防护等级不小于IPX5的防水接线盒。

2)灯具的电器保护装置应齐全，规格应与灯具适配。

(3)水下灯及防水灯具安装要求

1)引入灯具的电源采用导管保护时，应采用塑料导管。

2)固定在水池构筑物上的所有金属部件应与保护导体可靠连接，并设置接地标识。

8. 专用灯具安装要求

(1)在人行道等人员来往密集场所安装的落地式景观照明灯具，当无围栏防护时，灯具距地面高度应大于2.5m；金属构架及金属保护管应分别与保护导体采用焊接或螺栓连接，连接处应设置接地标识。

(2)航空障碍标志灯安装应牢固可靠，且应有维修和更换光源的措施；对于安装在屋面接闪器保护范围以外的灯具，当需设置接闪器时，其接闪器应与屋面接闪器可靠连接。

9. 照明系统的测试和通电试运行

(1)导线绝缘电阻测试应在导线接续前完成。

(2)照明配电箱、灯具、开关和插座的绝缘电阻测试应在器具就位前或接线前完成。

(3)照明回路装有剩余电流动作保护器时，剩余电流动作保护器应检测合格。

(4)备用照明电源或应急照明电源做空载自动投切试验前，应卸除负荷，有载自动投切试验应在空载自动投切试验合格后进行。

(三)开关安装技术要求

1. 安装在同一建筑物、构筑物内的开关，应采用同一系列的产品，开关通断位置应一致。

2. 开关边缘距门框距离宜为0.15～0.2m，开关距地面高度宜为1.3m。

3. 在易燃、易爆和特别潮湿场所，开关应分别采用防爆型、密闭型等。

4. 电源相线应经过开关控制，然后到灯具。

5. 同一室内并列安装的空调温控器高度宜一致，且控制有序并且不错位。

(四)插座安装技术要求

1. 插座宜由单独的回路配电，一个房间内的插座宜由同一回路配电。在潮湿房间应装设防水插座。

2. 插座距地面高度一般为0.3m，托儿所、幼儿园及小学校的插座距地面高度不宜小于1.8m，同一场所安装的插座高度应一致。

3. 当交流、直流或不同电压等级的插座安装在同一场所时，应有明显的区别，插座

不得互换。不间断电源插座及应急电源插座应设置标识。

4. 插座接线要求：

（1）单相两孔插座，面对插座板，右孔（或上孔）与相线（L）连接，左孔（或下孔）与中性线（N）连接。

（2）单相三孔插座，面对插座板，右孔与相线（L）连接，左孔与中性线（N）连接，上孔与保护接地线（PE）连接。

（3）三相四孔及三相五孔插座的保护接地线（PE）应接在上孔；插座的保护接地线端子不得与中性线端子连接；同一场所的三相插座，其接线的相序应一致。

（4）保护接地线（PE）在插座之间不得串联连接。

（5）相线（L）与中性线（N）不应利用插座本体的接线端子转接供电。

三、建筑防雷与接地施工技术要求

（一）建筑接地工程施工技术要求

1. 接地装置的敷设要求

（1）接地装置顶面埋设深度不应小于 0.6m，且应在冻土层以下。

（2）圆钢、角钢、钢管、铜棒、铜排等接地极应垂直埋入地下，间距不应小于 5m。

（3）人工接地体与建筑物的外墙或基础之间的水平距离不宜小于 1m。

2. 接地装置的搭接要求

（1）扁钢与扁钢搭接不应小于扁钢宽度的 2 倍，且应至少三面施焊。

（2）圆钢与角钢搭接不应小于圆钢直径的 6 倍，且应双面施焊。

（3）圆钢与扁钢搭接不应小于圆钢直径的 6 倍，且应双面施焊。

（4）扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接，应紧贴角钢外侧两面，或紧贴 3/4 钢管表面，上下两侧施焊。

（5）当接地极为铜材和钢材组成，且铜与铜或铜与钢材连接采用热剂焊时，接头应无贯穿性的气孔且表面平滑。

3. 当接地电阻达不到设计要求时，可采用降阻剂、换土和接地模块来降低接地电阻

（1）采用降阻剂来降低接地电阻的施工技术要求

开挖沟槽或钻孔垂直埋管，再将沟槽清理干净，检查接地体埋入位置后，再灌注降阻剂。降阻剂应均匀灌注于垂直接地体周围，接地装置应被降阻剂所包覆。

（2）采取换土降低接地电阻的施工技术要求

开挖沟槽，并将沟槽清理干净，再在沟槽底部铺设经确认合格的低电阻率土壤，经检查铺设厚度达到设计要求后，再安装接地装置；接地装置连接完好，并完成防腐处理后，再覆盖上一层低电阻率土壤；接地装置被低电阻率土壤所包覆。

（3）采用接地模块的施工技术要求

1）按设计位置开挖模块坑，并将地下接地干线引到模块上，经检查确认，再相互焊接。

2）接地模块的顶面埋深不应小于 0.6m，接地模块间距不应小于模块长度的 3～5 倍。接地模块应垂直或水平就位，并应保持与原土层接触良好。

3）接地模块应集中引线，并应采用干线将接地模块并联焊接成一个环路，干线的材质应与接地模块焊接点的材质相同，引出线不应少于 2 处。

4. 等电位联结要求

（1）等电位联结的外露可导电部分或外界可导电部分的连接应可靠。

1）采用焊接时，应符合焊接搭接长度的规定。

2）采用螺栓连接时，其螺栓、垫圈、螺母等应为热镀锌制品，且应连接牢固。

（2）等电位联结的卫生间内金属部件或零件的外界可导电部分，应设置专用接线螺栓与等电位联结导体连接，并应设置标识；连接处螺帽应紧固、防松零件应齐全。

（3）等电位联结导体在地下暗敷时，其导体间的连接不得采用螺栓压接。

（二）建筑防雷工程的施工技术要求

1. 接闪器施工要求

（1）接闪杆、接闪线、接闪带的安装位置应正确，安装方式应符合设计要求，焊接固定的焊缝应饱满无遗漏，螺栓固定的防松零件应齐全，焊接连接处应防腐完好。

（2）接闪线和接闪带安装要求：

1）接闪线和接闪带安装应平正顺直、无急弯。

2）固定支架高度不宜小于150mm，固定支架应间距均匀，支架间距应符合规范的规定。

3）每个固定支架应能承受49N的垂直拉力。

（3）防雷引下线、接闪线、接闪网、接闪带的焊接连接应符合规范的搭接要求。

（4）接闪带或接闪网在过建筑物变形缝处的跨接应有补偿措施。

（5）当利用建筑物金属屋面或屋顶上旗杆、栏杆、装饰物、铁塔、女儿墙上的盖板等永久性金属物作接闪器时，其材质及截面应符合设计要求。

2. 引下线施工要求

（1）接闪器与防雷引下线必须采用焊接或卡接器连接，防雷引下线与接地装置必须采用焊接或螺栓连接。

（2）明敷的引下线应平直、无急弯，并应设置专用支架固定，引下线焊接处应刷油漆防腐且无遗漏。

（3）要求接地的幕墙金属框架和建筑物的金属门窗，应就近与防雷引下线连接可靠，连接处不同金属间应采取防电化学腐蚀措施。

1H414030 通风与空调工程施工技术

1H414031 通风与空调工程的划分与施工程序

一、空调系统类别

（一）空调系统按空气处理设备的设置分类

1. 集中式系统：空气处理设备集中在机房内，空气经处理后，由风道送入空调区域。例如，组合式空调系统、VAV变风量空调系统、恒温恒湿空调系统。

2. 半集中式系统：除了有集中的空气处理设备外，在各个空调房间内还分别设置处理空气的末端装置。例如，风机盘管与新风系统、多联机与新风系统、诱导器系统等。

3. 全分散式系统：分别由各自的整体式或分体式空调器承担。例如，单元式空调器、多联机系统等。

（二）空调系统按承担室内空调负荷所用的介质分类

1. 全空气系统：室内空调负荷全部由空气负担，有一次回风和一、二次回风系统等，例如，VAV 变风量空调系统。

2. 空气－水系统：室内空调负荷由经过处理的空气和水共同负担，例如，新风加风机盘管系统。

3. 全水系统：室内空调负荷全部由水负担，如无新风送风的风机盘管系统，这种系统不能解决空调房间的通风换气问题，通常情况不单独使用。

4. 制冷剂系统：蒸发器在室内，直接吸收余热余湿，例如，单元式空调器、多联机系统等。

（三）按风管系统工作压力分类

1. 微压系统：风管内正压 $P \leqslant 125\text{Pa}$ 和管内负压 $P \geqslant -125\text{Pa}$ 的系统。

2. 低压系统：风管内正压 $125\text{Pa} < P \leqslant 500\text{Pa}$ 和管内负压 $-500\text{Pa} \leqslant P < -125\text{Pa}$ 的系统。

3. 中压系统：风管内正压 $500\text{Pa} < P \leqslant 1500\text{Pa}$ 和管内负压 $-1000\text{Pa} \leqslant P < -500\text{Pa}$ 的系统。

4. 高压系统：风管内正压 $1500\text{Pa} < P \leqslant 2500\text{Pa}$ 和管内负压 $-2000\text{Pa} \leqslant P < -1000\text{Pa}$ 的系统。

二、通风与空调工程的划分

通风与空调分部工程的子分部、分项工程划分见表 1H414031。

通风与空调分部工程的划分　　表 1H414031

分部工程	子分部工程	分项工程
通风与空调	送风系统	风管与部件制作，风管系统安装，风机与空气处理设备安装，风管与设备防腐，送风口、织物（布）风管安装，系统调试等
	排风系统	风管与部件制作，风管系统安装，风机与空气处理设备安装，风管与设备防腐，吸风罩及空气处理设备安装，排风系统安装，系统调试等
	防排烟系统	风管与部件制作，风管系统安装，风机与空气处理设备安装，风管与设备防腐，排烟风阀（口）、正压风口、防火风管安装，系统调试等
	舒适性空调风系统	风管与部件制作，风管系统安装，风机与组合式空调机组安装，消声器、静电除尘器、换热器等设备安装，风机盘管、变风量与定风量送风装置、射流喷口等末端设备安装，系统调试等
	恒温恒湿空调风系统	风管与部件制作，风管系统安装，风机与组合式空调机组安装，电加热器、加湿器等设备安装，精密空调机组安装，系统调试等
	净化空调风系统	风管与部件制作，风管系统安装，风机与净化空调机组安装，消声器、换热器等设备安装，中、高效过滤器及风机过滤器机组等末端设备安装，风管与设备绝热，洁净度测试，系统调试等
	空调（冷、热）水系统	管道系统及部件安装，水泵及附属设备安装，管道冲洗与管内防腐，板式热交换器，辐射板及辐射供热，管道、设备防腐与绝热，系统压力试验及调试等
	冷却水系统	管道系统及部件安装，水泵及附属设备安装，管道冲洗与管内防腐，冷却塔与水处理设备安装，管道、设备防腐与绝热，系统压力试验及调试等

续表

分部工程	子分部工程	分项工程
通风与空调	冷凝水系统	管道系统及部件安装，水泵及附属设备安装，管道、设备防腐与绝热，管道冲洗，系统灌水渗漏及排放试验等
	水源热泵换热系统	管道系统及部件安装，水泵及附属设备安装，管道冲洗，管道、设备防腐，地表水源换热管及管网安装，除垢设备安装，管道、设备绝热，系统压力试验及调试
	蓄能系统	管道系统及部件安装，水泵及附属设备安装，管道冲洗与管内防腐，蓄水罐与蓄冰槽、罐安装，管道、设备绝热，系统压力试验及调试
	压缩式制冷（热）设备系统	制冷机组及附属设备安装，管道、设备防腐，制冷剂管道及部件安装，制冷剂灌注，管道、设备绝热，系统压力试验及调试
	多联机（热泵）空调系统	室外机组安装，室内机组安装，制冷剂管路连接及控制开关安装，风管安装，冷凝水管道安装，制冷剂灌注，系统压力试验及调试等
	太阳能供暖空调系统	太阳能集热器安装，其他辅助能源、换热设备安装，蓄能水箱、管道及配件安装，防腐、绝热，低温热水地板辐射供暖系统安装，系统压力试验及调试
	设备自控系统	温度、压力与流量传感器安装，执行机构安装调试，防排烟系统功能测试，自动控制及系统智能控制软件调试

三、通风与空调工程施工程序

（一）风管及部件制作与安装施工程序

1. 金属风管制作施工顺序：板材、型材选用及复检→风管预制→角钢法兰预制→板材拼接及轧制、薄钢板法兰风管轧制→防腐→风管加固→风管组合→加固、成型→质量检查。

2. 金属风管安装施工顺序：测量放线→支吊架制作→支吊架定位安装→风管检查→组合连接→风管调整→漏风量测试→质量检查。

3. 风管系统阀部件安装施工顺序：风阀及部件检查→支吊架安装→风阀及部件安装→质量检查。

4. 风管漏风量测试施工顺序：风管漏风量测试抽样方案确定→风管检查→测试仪器仪表检查校准→现场测试→现场数据记录→质量检查。

（二）空调水系统管道安装施工程序

1. 空调冷热水管道安装施工顺序：管道预制→管道支吊架制作与安装→管道与附件安装→水压试验→冲洗→质量检查。

2. 水系统阀部件、仪表安装施工顺序：阀门及部件检查→强度严密性试验→阀门及部件安装→仪器仪表安装→质量检查。

（三）设备安装施工程序

1. 制冷机组安装施工顺序：基础验收→机组运输吊装→机组减振安装→机组就位安装→机组配管安装→质量检查。

2. 冷却塔安装施工顺序：基础验收→冷却塔运输吊装→冷却塔减振安装→就位安装→冷却塔配管安装→质量检查。

3. 水泵安装施工顺序：基础验收→减振装置安装→水泵就位→找正找平→配管及附件安装→质量检查。

4. 组合式空调机组、新风机组安装施工顺序：设备检查试验→基础验收→设备减振安装→底座安装→设备安装→找正找平→管道安装→质量检查。

5. 风机盘管安装施工顺序：设备检查试验→支吊架安装→减振安装→设备安装及配管→质量检查。

6. 风机安装施工顺序：风机检查试验→基础验收→底座安装→减振安装→设备就位→找正找平→管道安装→质量检查。

7. 太阳能供暖空调系统安装施工顺序：基础验收→设备运输吊装→设备安装→太阳能集热器安装→管道安装→管道试验及冲洗→管道保温→质量检查→系统运行。

8. 多联机系统安装施工顺序：基础验收→室外机吊装→设备减振安装→室外机安装→室内机安装→管道连接→管道试验强度及真空试验→系统充制冷剂→调试运行→质量检查。

（四）管道防腐绝热施工程序

1. 管道及支吊架防腐施工顺序：除锈→去污→表面清洁→底层涂料→面层涂料→质量检查。

2. 风管绝热施工顺序：清理去污→保温钉固定（涂刷粘结剂）→绝热材料下料→绝热层施工→防潮层施工→保护层施工→质量检查。

3. 水管道绝热施工顺序：清理去污→涂刷粘结剂→绝热层施工→接缝处胶粘→防潮层施工→保护层施工→质量检查。

（五）系统调试施工程序

1. 风系统调试顺序：风机检查→风管、风阀、风口检查→测试仪器仪表准备→风量测试→风量平衡调整→记录测试数据→质量检查。

2. 水系统调试顺序：设备检查→阀部件检查→测试仪器仪表准备→水流量测试与调整→压力表温度计数据记录→质量检查。

3. 设备单机试运转顺序：设备检查→设备测试→试运转→参数测试→数据记录→质量检查。

4. 通风空调系统联合试运转顺序：调试前系统检查→通风空调系统的风量、水量测定与调整→空调自动控制系统调试调整→数据记录→质量检查。

5. 防排烟系统联合试运转顺序：系统检查→机械正压送风系统测试与调整→机械排烟系统测试与调整→联合运转参数的测试与调整→数据记录→质量检查。

1H414032 通风与空调工程施工技术要求

一、风管及部件制作安装施工技术要求

（一）风管制作

1. 一般规定

（1）金属风管规格以外径或外边长为准，非金属风管和风道规格以内径或内边长为准。

（2）镀锌钢板及含有各类复合保护层的钢板应采用咬口连接或铆接，不得采用焊接

连接。

（3）风管的密封应以板材连接的密封为主，也可采用密封胶嵌缝与其他方法。密封胶的性能应符合使用环境的要求，密封面宜设在风管的正压侧。

（4）防火风管的本体、框架与固定材料、密封垫料等必须为不燃材料，防火风管的耐火极限时间应符合系统防火设计的规定，材料进场时应提供燃烧性能检测报告。

（5）金属风管的材料品种、规格、性能与厚度应符合设计要求，当风管厚度设计无要求时，应符合规范的规定。

（6）金属风管的加固。下列金属风管应采取加固措施：

1）直咬缝圆形风管直径大于等于 800mm，且管段长度大于 1250mm 或总表面积大于 $4m^2$；用于高压系统的螺旋风管直径大于 2000mm。

2）矩形风管边长大于 630mm 或矩形保温风管边长大于 800mm，管段长度大于 1250mm；或低压风管单边平面面积大于 $1.2m^2$，中、高压风管大于 $1.0m^2$。

（7）矩形内斜线和内弧形弯头应设导流片，以减少风管局部阻力和噪声。

2. 镀锌钢板风管制作

（1）镀锌钢板的镀锌层厚度应符合设计及合同的规定，当设计无规定时，不应采用低于 $80g/m^2$ 板材。镀锌钢板风管表面不得有 10% 以上的花白、锌层粉化等镀锌层严重损坏的现象。

（2）风管与配件的咬口缝应紧密、宽度应一致，折角应平直，圆弧均匀，且两端面应平行。风管表面应平整，无明显扭曲及翘角，凹凸不应大于 10mm。风管板材拼接的接缝应错开，不得有十字形接缝。

（3）风管板材采用咬口连接时，咬口的形式有单咬口、联合角咬口、转角咬口、按扣式咬口和立咬口。其中单咬口、联合角咬口、转角咬口适用于微压、低压、中压及高压系统；按扣式咬口适用于微压、低压及中压系统。

（4）圆形风管无法兰连接形式包括：承插连接、带加强筋承插、角钢加固承插、芯管连接、立筋抱箍连接、抱箍连接、内胀芯管连接。其中承插连接、抱箍连接适用于 $\phi < 700mm$ 的微压、低压风管；带加强筋承插、角钢加固承插、芯管连接、立筋抱箍连接适用于微压、低压及中压风管；内胀芯管连接适用于大口径螺旋风管。

（5）矩形风管无法兰连接形式包括：S 形插条、C 形插条、立咬口、包边立咬口、薄钢板法兰插条、薄钢板法兰弹簧夹、直角形平插条。其中 S 形插条、直角形平插条适用于微压、低压风管；其他形式适用于微压、低压和中压风管。矩形风管的弯头可采用直角、弧形或内斜线形，宜采用内外同心圆弧。

（6）风管的加固形式有：角钢加固、折角加固、立咬口加固、扁钢内支撑、镀锌螺杆内支撑、钢管内支撑加固。

（7）薄钢板法兰风管应采用机械加工，法兰条应平直，弯曲度不大于 5‰，薄钢板法兰与风管连接可采用铆接、焊接或本体压接等。当采用弹簧夹时应具有弹性强度且与薄钢板匹配，长度宜为 120～150mm，四角均设螺栓孔。

3. 普通钢板风管制作

（1）普通钢板风管采用焊接连接，焊接焊缝应饱满、平整，不应有凸瘤、穿透的夹渣和气孔、裂缝缺陷。

（2）风管与法兰的焊缝应低于法兰的端面，除尘系统风管宜采用内侧满焊、外侧间断焊的形式。当风管与法兰采用点焊固定连接时，焊缝应熔合良好，间距不大于100mm。

（3）焊接完成后，应对焊缝除渣、防腐和板材校平。

4. 不锈钢板风管制作

（1）不锈钢板风管法兰采用不锈钢材质，法兰与风管采用内侧满焊、外侧点焊的形式。加固法兰采用两侧点焊的形式与风管固定，点焊的间距不大于150mm。

（2）铆钉连接时铆钉材料与风管材质相同，防止产生电化学腐蚀。

5. 复合材料风管制作

（1）复合材料风管包括：双面铝箔复合绝热材料风管、铝箔玻璃纤维复合材料风管和机制玻璃纤维增强氯氧镁水泥复合风管。双面铝箔复合绝热材料风管又包括聚氨酯铝箔复合风管和酚醛铝箔复合风管。

（2）复合材料风管的覆面材料必须为不燃材料，内层的绝热材料应采用不燃或难燃且对人体无害的材料。

（3）双面铝箔复合绝热材料风管的边长大于1600mm时，板材拼接应采用H形PVC或铝合金加固条。内支撑加固的镀锌螺杆直径不小于8mm，穿管壁处应进行密封处理。

（4）铝箔玻璃纤维复合材料风管可采用承插阶梯接口和外套角钢法兰两种形式。

6. 非金属风管制作

（1）硬聚氯乙烯风管

1）风管两端面应平行，不应有扭曲，外径或外边长的允许偏差不应大于2mm。表面应平整，圆弧应均匀，凹凸不应大于5mm。

2）矩形风管的四角可采用煨角或焊接连接。当采用煨角连接时，纵向焊缝距煨角处宜大于80mm。

（2）玻璃钢风管

1）微压、低压及中压系统有机玻璃钢风管板材的厚度、无机玻璃钢（氯氧镁水泥）风管板材的厚度、风管玻璃纤维布厚度与层数应符合规范的规定，且不得采用高碱玻璃纤维布。风管表面不得出现泛卤及严重泛霜。

2）玻璃钢风管法兰螺栓孔的间距不得大于120mm。矩形风管法兰的四角处，应设有螺孔。法兰与风管的连接应牢固，内角交界处应采用圆弧过渡。管口与风管轴线成直角，平面度的允许偏差不应大于3mm；螺孔的排列应均匀，至管口的距离应一致，允许偏差不应大于2mm。

3）矩形玻璃钢风管的边长大于900mm，且管段长度大于1250mm时，应采取加固措施。加固筋的分布应均匀整齐。玻璃钢风管的加固应为本体材料或防腐性能相同的材料，加固件应与风管成为整体。

（二）部件制作

1. 成品风阀

（1）风阀应设有开度指示装置，并应能准确反映阀片开度。

（2）手动风量调节阀的手轮或手柄应以顺时针方向转动为关闭。

（3）电动、气动调节阀的驱动执行装置，动作应可靠，且在最大工作压力下工作应正常。

（4）工作压力大于 1000Pa 的调节风阀，生产厂家应提供在 1.5 倍工作压力下能自由开关的强度测试合格的证书或试验报告。

（5）密闭阀应能严密关闭，漏风量应符合设计要求。

2. 消声器、消声弯头

（1）消声器的类别、消声性能及空气阻力应符合设计要求和产品技术文件的规定。

（2）消声器制作所选用的材料应符合设计的规定，如防火、防潮、防腐和卫生性能等要求，外壳应牢固、严密，填充的消声材料应按规定的密度均匀敷设。

（3）矩形消声弯管平面边长大于 800mm 时，应设置吸声导流片。

（4）消声器内消声材料的织物覆面层应平整，不应有破损，并应顺气流方向进行搭接。

（5）消声器内的织物覆面层应有保护层，保护层应采用不易锈蚀的材料，不得使用普通铁丝网。当使用穿孔板保护层时，穿孔率应大于 20%。

3. 柔性短管

（1）应采用抗腐、防潮、不透气及不易霉变的柔性材料。

（2）柔性短管的长度宜为 150～250mm，接缝的缝制或粘接应牢固、可靠，不应有开裂；成型短管应平整，无扭曲等现象。

（3）柔性短管不应为异径连接管；矩形柔性短管与风管连接不得采用抱箍固定的形式。

（4）柔性短管与法兰组装宜采用压板铆接连接，铆钉间距宜为 60～80mm。

（三）风管系统安装

1.一般规定

（1）当风管穿过需要封闭的防火、防爆的墙体或楼板时，必须设置厚度不小于 1.6mm 的钢制防护套管；风管与防护套管之间，应采用不燃柔性材料封堵严密。风管穿越建筑物变形缝空间时，应设置柔性短管，风管穿越建筑物变形缝墙体时，应设置钢制套管，风管与套管之间应采用柔性防水材料填充密实。

（2）风管安装的技术要求：

1）风管内严禁其他管线穿越。

2）输送含有易燃、易爆气体或安装在易燃、易爆环境的风管系统必须设置可靠的防静电接地装置。

3）输送含有易燃、易爆气体的风管通过生活区或其他辅助生产房间时不得设置接口。

4）室外风管系统的拉索等金属固定件严禁与避雷针或避雷网连接。

（3）风管系统安装完毕后，应按系统类别要求进行施工质量外观检验。合格后，应进行风管系统的严密性检验，漏风量应符合规范允许的数值。

2. 金属风管安装

（1）风管支吊架安装

1）金属风管水平安装，直径或边长小于等于 400mm 时，支、吊架间距不应大于 4m；大于 400mm 时，间距不应大于 3m。螺旋风管的支、吊架的间距可为 5m 与 3.75m；薄钢板法兰风管的支、吊架间距不应大于 3m。垂直安装时，应设置至少 2 个固定点，支架间距不应大于 4m。

2）支、吊架的设置不应影响阀门、自控机构的正常动作，且不应设置在风口、检查门处，离风口和分支管的距离不宜小于 200mm。

3）悬吊的水平主、干风管直线长度大于20m时，应设置不少于1个的防晃支架或防止摆动的固定支架。

4）风管或空调设备使用的可调节减振支、吊架，拉伸或压缩量应符合设计要求。

5）不锈钢板、铝板风管与碳素钢支架的接触处，应采取隔绝或防腐绝缘措施。

（2）风管安装

1）风管安装的位置、标高、走向，应符合设计要求。现场风管接口的配置应合理，不得缩小其有效截面。

2）法兰的连接螺栓应均匀拧紧，螺母宜在同一侧。

3）风管接口的连接应严密牢固。风管法兰的垫片材质应符合系统功能的要求，厚度不应小于3mm。垫片不应凸入管内，且不宜突出法兰外；垫片接■交叉长度不应小于30mm。

4）风管与砖、混凝土风道的连接接口，应顺着气流方向插入，并应采取密封措施。风管穿出屋面处应设置防雨装置，且不得渗漏。

5）外保温风管必须穿越封闭的墙体时，应加设套管。

6）风管的连接应平直。明装风管水平安装时，水平度的允许偏差应为3‰，总偏差不应大于20mm；明装风管垂直安装时，垂直度的允许偏差应为2‰，总偏差不应大于20mm。暗装风管安装的位置应正确，不应有侵占其他管线安装位置的现象。

（3）金属无法兰连接风管安装

1）风管连接处应完整，表面应平整。

2）承插式风管的四周缝隙应一致，不应有折叠状褶皱。内涂的密封胶应完整，外粘的密封胶带应粘贴牢固。

3）矩形薄钢板法兰风管可采用弹性插条、弹簧夹或U形紧固螺栓连接。连接固定的间隔不应大于150mm，净化空调系统风管的间隔不应大于100mm，且分布应均匀。当采用弹簧夹连接时，宜采用正反交叉固定方式，且不应松动。

（4）柔性短管的安装

松紧适度，目测平顺、不应有强制性的扭曲。可伸缩金属或非金属柔性风管的长度不宜大于2m。柔性风管支、吊架的间距不应大于1500mm，承托的座或箍的宽度不应小于25mm，两支架间风道的最大允许下垂应为100mm，且不应有死弯或塌凹。

3. 复合材料风管安装

（1）复合材料风管的连接处，接缝应牢固，不应有孔洞和开裂。当采用插接连接时，接口应匹配，不应松动，端口缝隙不应大于5mm。

（2）复合材料风管采用金属法兰连接时，应采取防冷桥的措施。

（3）酚醛铝箔复合板风管与聚氨酯铝箔复合板风管的安装要求：

1）插接连接法兰四角的插条端头与护角应有密封胶封堵。

2）中压风管的插接连接法兰之间应加密封垫或采取其他密封措施。

（4）玻璃纤维复合板风管的安装要求：

1）风管的铝箔复合面与丙烯酸等树脂涂层不得损坏，风管的内角接缝处应采用密封胶勾缝。

2）采用槽形插接等连接构件时，风管端切口应采用铝箔胶带或刷密封胶封堵。

3）风管垂直安装宜采用“井”字形支架，连接应牢固。

（5）玻璃纤维增强氯氧镁水泥复合材料风管，应采用粘接连接。直管长度大于30m时，应设置伸缩节。

4. 阀门、部件安装

（1）风阀安装

1）风管部件及操作机构的安装，应便于操作。

2）斜插板风阀安装时，阀板应顺气流方向插入；水平安装时，阀板应向上开启。

3）止回阀、定风量阀的安装方向应正确。

4）风阀应安装在便于操作及检修的部位。安装后，手动或电动操作装置应灵活可靠，阀板关闭应严密。

5）直径或长边尺寸大于等于630mm的防火阀，应设独立支、吊架。

6）除尘系统吸入管段的调节阀，宜安装在垂直管段上。

（2）消声器及静压箱安装

1）消声器及静压箱安装时，应设置独立支、吊架，固定应牢固。

2）当采用回风箱作为静压箱时，回风口处应设置过滤网。

（3）风口的安装

1）风口表面应平整、不变形，调节应灵活、可靠。同一厅室、房间内的相同风口的安装高度应一致，排列应整齐。风口与装饰面贴合应紧密。

2）明装无吊顶的风口，安装位置和标高允许偏差应为10mm。

3）风口水平安装，水平度的允许偏差应为3‰。

4）风口垂直安装，垂直度的允许偏差应为2‰。

（四）风管制作安装的检验与试验

1. 风管批量制作前，对风管制作工艺进行检测或检验时，应进行风管强度与严密性试验。如强度试验压力，低压风管为1.5倍的工作压力；中压风管为1.2倍的工作压力，且不低于750Pa；高压风管为1.2倍的工作压力。排烟、除尘、低温送风及变风量空调系统风管的严密性试验应符合中压风管的规定，试验压力为风管系统的工作压力。

2. 风管系统安装完成后，应对安装后的主、干风管分段进行严密性试验。严密性检验，主要检验风管、部件制作加工后的咬口缝、铆接孔、风管的法兰翻边、风管管段之间的连接严密性，检验合格后方能交付下道工序。

二、水系统管道安装施工技术要求

（一）水管道安装技术要求

1. 冷冻冷却水管道安装技术要求

（1）管道焊接对口平直度的允许偏差应为1%，全长不应大于10mm。管道与设备的固定焊口应远离设备，且不宜与设备接口中心线相重合。

（2）螺纹连接管道的螺纹应清洁规整，断丝或缺丝不应大于螺纹全扣数的10%。管道的连接应牢固，接口处的外露螺纹应为2～3扣，不应有外露填料。镀锌管道的镀锌层应保护完好，局部破损处应进行防腐处理。

（3）法兰连接管道的法兰面应与管道中心线垂直，且应同心。法兰对接应平行，偏差不应大于管道外径的1.5‰，且不得大于2mm。连接螺栓长度应一致，螺母应在同一侧，

并应均匀拧紧。紧固后的螺母应与螺栓端部平齐或略低于螺栓。法兰衬垫的材料、规格与厚度应符合设计要求。

（4）管道与水泵、制冷机组的接口应为柔性接管，且不得强行对口连接。与其连接的管道应设置独立支架。

（5）固定在建筑结构上的管道支、吊架，不得影响结构体的安全。管道穿越墙体或楼板处应设钢制套管，管道接口不得置于套管内，钢制套管应与墙体饰面或楼板底部平齐，上部应高出楼层地面20～50mm，且不得将套管作为管道支撑。当穿越防火分区时，应采用不燃材料进行防火封堵；保温管道与套管四周的缝隙，应使用不燃绝热材料填塞紧密。

（6）管道与设备连接处应设置独立支、吊架。当设备安装在减振基座上时，独立支架的固定点应为减振基座。

（7）冷（热）媒水、冷却水系统管道机房内总、干管的支、吊架，应采用承重防晃管架，与设备连接的管道管架宜采取减振措施。当水平支管的管架采用单杆吊架时，应在系统管道的起始点、阀门、三通、弯头处及长度每隔15m处设置承重防晃支、吊架。

（8）冷（热）水管道与支、吊架之间，应设置衬垫防止冷桥产生。衬垫的承压强度应满足管道全重，且应采用不燃与难燃硬质绝热材料或经防腐处理的木衬垫。衬垫的厚度不应小于绝热层厚度，宽度应不小于支、吊架支承面的宽度。衬垫的表面应平整、上下两衬垫接合面的空隙应填实。

（9）设有补偿器的管道应设置固定支架和导向支架，其结构形式和固定位置应符合设计要求；管道系统水压试验后，应及时松开波纹补偿器调整螺杆上的螺母，使补偿器处于自由状态。

2. 冷凝水管道安装技术要求

冷凝水排水管的坡度应符合设计要求。当设计无要求时，管道坡度宜大于或等于8‰，且应坡向出水口。设备与排水管的连接应采用软接，并应保持畅通。

（二）水系统阀部件安装技术要求

1. 阀门的安装

（1）阀门安装前应进行外观检查，工作压力大于1.0MPa及在主干管上起到切断作用和系统冷、热水运行转换调节功能的阀门和止回阀，应进行壳体强度和阀瓣密封性能的试验，且试验合格。

强度试验压力应为常温条件下公称压力的1.5倍，持续时间不应少于5min，阀门的壳体、填料应无渗漏。严密性试验压力应为公称压力的1.1倍，在试验持续的时间内应保持压力不变。

（2）阀门安装的位置、高度、进口、出口方向应正确，且应便于操作。连接应牢固紧密，启闭应灵活。成排阀门的排列应整齐美观，在同一平面上的允许偏差不应大于3mm。

（3）安装在保温管道上的手动阀门的手柄不得朝向下。

（4）电动阀门的执行机构应能全程控制阀门的开启与关闭。

2. 补偿器的安装

（1）补偿器的补偿量和安装位置应符合设计文件的要求，并应根据设计计算的补偿量进行预拉伸或预压缩。

（2）波纹管膨胀节或补偿器内套有焊缝的一端，水平管路上应安装在水流的流入端，垂直管路上应安装在上端。

3. 除污器、自动排气装置安装

（1）电动、气动等自控阀门安装前应进行单体调试，启闭试验应合格。

（2）冷（热）水和冷却水系统的水过滤器应安装在进入机组、水泵等设备前端的管道上，安装方向应正确，安装位置应便于滤网的拆装和清洗，与管道连接应牢固严密。

（3）闭式管路系统应在系统最高处及所有可能积聚空气的管段高点设置排气阀，在管路最低点应设有排水管及排水阀。

（三）水系统强度严密性试验及管道冲洗技术要求

1. 冷冻、冷却水管道水压试验

管道系统安装完毕，外观检查合格后，应按设计要求进行水压试验（分为强度试验和严密性试验）。当设计无要求时，应符合下列技术要求：

（1）冷（热）水、冷却水与蓄能（冷、热）系统的强度试验压力，当工作压力小于等于1.0MPa时，金属及金属复合管道应为1.5倍工作压力，最低不应小于0.6MPa；当工作压力大于1.0MPa时，应为工作压力加0.5MPa。

（2）系统最低点压力升至试验压力后，应稳压10min，压力下降不得大于0.02MPa，然后应将系统压力降至工作压力，外观检查无渗漏为合格。对于大型、高层建筑等垂直位差较大的冷（热）水、冷却水管道系统，当采用分区、分层试压时，在该部位的试验压力下，应稳压10min，压力不得下降，再将系统压力降至该部位的工作压力，在60min内压力不得下降、外观检查无渗漏为合格。

（3）各类耐压塑料管的强度试验压力（冷水）应为1.5倍工作压力，且不应小于0.9MPa；严密性试验压力应为1.15倍的设计工作压力。

2. 冷凝水管道通水试验

凝结水系统进行通水试验，应以不渗漏、排水畅通为合格。

3. 空调水系统管路冲洗、排污

合格的条件是目测排出口的水色和透明度与入口的水对比应相近，且无可见杂物。当系统继续运行2h以上，水质保持稳定后，方可与设备相贯通。

三、设备安装施工技术要求

1. 制冷机组及附属设备安装要求

（1）整体组合式制冷机组机身纵、横向水平度的允许偏差应为1‰。当采用垫铁调整机组水平度时，应接触紧密并相对固定。

（2）制冷设备或制冷附属设备基（机）座下减振器的安装位置应与设备重心相匹配，各个减振器的压缩量应均匀一致，且偏差不应大于2mm。

（3）采用弹性减振器的制冷机组，应设置防止机组运行时水平位移的定位装置。

（4）冷热源与辅助设备的安装位置应满足设备操作及维修空间要求，四周应有排水设施。

2. 冷却塔安装要求

（1）基础的位置、标高应符合设计要求，允许误差应为±20mm，进风侧距建筑物应大于1m。冷却塔部件与基座的连接应采用镀锌或不锈钢螺栓，固定应牢固。

（2）冷却塔安装应水平，单台冷却塔的水平度和垂直度允许偏差应为2‰。多台冷却塔安装时，排列应整齐，各台开式冷却塔的水面高度应一致，高度偏差值不应大于30mm。当采用共用集管并联运行时，冷却塔集水盘（槽）之间的连通管应符合设计要求。

（3）冷却塔的集水盘应严密、无渗漏，进、出水口的方向和位置应正确。静止分水器的布水应均匀；转动布水器喷水出口方向应一致，转动应灵活，水量应符合设计或产品技术文件的要求。

3. 水泵安装要求

（1）水泵减振台座采用型钢制作框架，中间铺钢筋，并浇筑混凝土。

（2）整体安装的泵的纵向水平偏差不应大于0.1‰，横向水平偏差不应大于0.2‰。组合安装的泵的纵、横向安装水平偏差不应大于0.05‰。水泵与电机采用联轴器连接时，联轴器两轴芯的轴向倾斜不应大于0.2‰，径向位移不应大于0.05mm。整体安装的小型管道水泵目测应水平，不应有偏斜。

（3）减振器与水泵及水泵基础的连接，应牢固平稳、接触紧密。

（4）并联水泵的出口管道进入总管应采用顺水流斜向插接的连接形式，夹角不应大于60°。

4. 组合式空调机组、新风机组安装要求

（1）供、回水管与机组的连接应正确，机组下部冷凝水管的水封高度应符合设计或设备技术文件的要求。

（2）机组与风管采用柔性短管连接时，柔性短管的绝热性能应符合风管系统的要求。

（3）机组内空气过滤器（网）和空气热交换器翅片应清洁、完好，安装位置应便于维护和清理。过滤器应在单机试运转完成后安装。

（4）空气热回收器的安装位置及接管应正确，转轮式空气热回收器的转轮旋转方向应正确，运转应平稳，且不应有异常振动与声响。

5. 风机盘管安装要求

（1）机组安装前宜进行风机三速试运转及盘管水压试验。试验压力应为系统工作压力的1.5倍，试验观察时间应为2min，不渗漏为合格。

（2）机组应设独立支、吊架，固定应牢固，高度与坡度应正确。

（3）风机盘管机组与管道的连接，应采用耐压值大于或等于1.5倍工作压力的金属或非金属柔性连接，连接应牢固。

6. 风机安装要求

（1）落地安装时，应按设计要求设置减振装置，并应采取防止设备水平位移的措施。悬挂安装时，吊架及减振装置应符合设计及产品技术文件的要求。

（2）减振器的安装位置应正确，各组或各个减振器承受荷载的压缩量应均匀一致，偏差应小于2mm。

（3）风机的进、出口不得承受外加的重量，相连接的风管、阀件应设置独立的支、吊架。

（4）风机传动装置的外露部位以及直通大气的进、出风口，必须装设防护罩、防护网或采取其他安全防护措施。

四、管道防腐、绝热施工技术要求

1. 管道支、吊架防腐施工要求

（1）防腐工程施工时，应采取防火、防冻、防雨、环境保护和劳动保护等措施，且不应在潮湿或低于5℃的环境下作业。

（2）支、吊架的防腐处理应与风管或管道相一致，明装部分最后一遍色漆宜在安装完毕后进行。

（3）防腐涂料的涂层应均匀，不应有堆积、漏涂、皱纹、气泡、掺杂及混色等缺陷。

2. 风管及管道绝热施工要求

（1）风管和管道的绝热层、绝热防潮层和保护层，应采用不燃或难燃材料，材质、密度、规格与厚度应符合设计要求。

（2）风管、部件及空调设备绝热工程施工应在风管系统严密性试验合格后进行。空调水系统和制冷系统管道的绝热施工，应在管路系统强度与严密性检验合格和防腐处理结束后进行。

（3）绝热层应满铺，表面应平整，不应有裂缝、空隙等缺陷。当采用卷材或板材时，允许偏差应为5mm；当采用涂抹或其他方式时，允许偏差应为10mm。

（4）风管及管道的绝热防潮层（包括绝热层的端部）应完整，并应封闭良好。立管的防潮层环向搭接缝口应顺水流方向设置；水平管的纵向缝应位于管道的侧面，并应顺水流方向设置；带有防潮层绝热材料的拼接缝应采用粘胶带封严，缝两侧粘胶带粘接的宽度不应小于20mm。胶带应牢固地粘贴在防潮层面上，不得有胀裂和脱落。

（5）橡塑绝热材料的施工技术要求：

1）绝热层的纵、横向接缝应错开，缝间不应有孔隙，与管道表面应贴合紧密，不应有气泡。

2）矩形风管绝热层的纵向接缝宜处于管道上部。

3）多重绝热层施工时，层间的拼接缝应错开。

（6）风管绝热材料采用保温钉固定的技术要求：

1）保温钉与风管、部件及设备表面的连接，应采用粘接或焊接，结合应牢固，不应脱落；不得采用抽芯铆钉或自攻螺丝等破坏风管严密性的固定方法。

2）矩形风管及设备表面的保温钉应均布，风管保温钉数量应符合规定。首行保温钉距绝热材料边沿的距离应小于120mm，保温钉的固定压片应松紧适度、均匀压紧。

3）绝热材料纵向接缝不宜设在风管底面。

（7）管道采用玻璃棉或岩棉管壳保温时，管壳规格与管道外径应相匹配，管壳的纵向接缝应错开，管壳应采用金属丝、粘结带等捆扎，间距应为300～350mm，且每节至少应捆扎2道。

3. 金属保护壳的施工要求

（1）圆形保护壳应贴紧绝热层，不得有脱壳、褶皱、强行接口等现象。接口搭接应顺水流方向设置，并应有凸筋加强，搭接尺寸应为20～25mm。采用自攻螺钉紧固时，螺钉间距应匀称，且不得刺破防潮层。

（2）矩形保护壳表面应平整，棱角应规则，圆弧应均匀，底部与顶部不得有明显的凸肚及凹陷。

五、多联机系统施工技术要求

1. 室内机、室外机安装要求

（1）安装在户外的室外机组应可靠接地，并应采取防雷保护措施。室外机组应安装在设计专用平台上，并应采取减振与防止紧固螺栓松动的措施。

（2）室外机的通风应通畅，不应有短路现象，运行时不应有异常噪声。当多台机组集中安装时，不应影响相邻机组的正常运行。

（3）风管式室内机的送、回风口之间，不应形成气流短路。风口安装应平整，且应与装饰线条相一致。

2. 制冷剂管道、管件安装要求

（1）制冷剂管道弯管的弯曲半径不应小于 3.5 倍管道直径，最大外径与最小外径之差不应大于 0.08 倍管道直径，且不应使用焊接弯管及皱褶弯管。

（2）制冷剂管道的分支管，应按介质流向弯成 90° 与主管连接，不宜使用弯曲半径小于 1.5 倍管道直径的压制弯管。

（3）铜管切口应平整，不得有毛刺、凹凸等缺陷，切口允许倾斜偏差应为管径的 1%；管扩口应保持同心，不得有开裂及皱褶，并应有良好的密封面。

（4）铜管采用承插钎焊焊接连接时，承口应迎着介质流动方向。当采用套管钎焊焊接连接时，插接深度应符合规定；当采用对接焊接时，管道内壁应齐平，错边量不应大于 0.1 倍壁厚，且不大于 1mm。

3. 制冷剂管道试验要求

（1）制冷剂管道安装完毕，检查合格后，应进行系统管路吹污、气密性试验、真空试验和充注制冷剂检漏试验，技术数据应符合产品技术文件和国家现行标准的有关规定。

（2）制冷系统的吹扫排污应采用压力为 0.5～0.6MPa（表压）的干燥压缩空气或氮气，应以白色（布）标识靶检查 5min，目测无污物为合格。系统吹扫干净后，系统中阀门的阀芯应拆下清洗干净。

4. 系统调试要求

多联式空调（热泵）机组系统应在充灌定量制冷剂后，进行系统的试运转，并应符合试运转的技术要求：

（1）系统应能正常输出冷风或热风，在常温条件下可进行冷热的切换与调控。

（2）室内机的试运转不应有异常振动与声响，百叶板动作应正常，不应有渗漏水现象，运行噪声应符合设备技术文件要求。

（3）具有可同时供冷、热的系统，应在满足当季工况运行条件下，实现局部内机反向工况的运行。

六、太阳能供暖空调系统施工技术要求

1. 太阳能集热器安装要求

（1）支撑集热器的支架应按设计要求可靠固定在基座上或基座的预埋件上，位置准确，角度一致，集热器安装倾角误差不应大于 ±3°。

（2）集热器与集热器之间的连接宜采用柔性连接，且密封可靠、无泄漏、无扭曲变形。

（3）钢结构支架及预埋件应做防腐处理。集热器支架和金属管路系统应与建筑物防雷接地系统可靠连接。

2. 蓄能水箱安装要求

（1）蓄能水箱采用钢板焊接水箱时，水箱内外壁均应进行防腐处理，内壁防腐材料应卫生、无毒，且应能承受热水的最高温度。

（2）蓄能水箱和支架之间应有隔热垫。水箱应进行检漏试验，蓄能水箱的保温应在检漏试验合格后进行。

七、系统调试要求

1. 调试准备

（1）通风与空调工程竣工验收的系统调试，应由施工单位负责，监理单位监督，设计单位与建设单位参与和配合。

（2）系统调试前应编制调试方案，并应报送专业监理工程师审核批准。系统调试应由专业施工和技术人员实施，调试结束后，应提供完整的调试资料和报告。

（3）系统调试所使用的测试仪器应在使用合格检定或校准合格有效期内，精度等级及最小分度值应能满足工程性能测定的要求。

2. 通风与空调系统调试

包括设备单机试运转及调试、系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试。

（1）设备单机试运转及调试要求

1）通风机、空气处理机组中的风机，叶轮旋转方向应正确、运转应平稳，应无异常振动与声响，电机运行功率应符合设备技术文件要求。

2）水泵叶轮旋转方向应正确，应无异常振动和声响，紧固连接部位应无松动，温升正常，电机运行功率应符合设备技术文件要求。

3）冷却塔风机与冷却水系统循环试运行不应小于 2h，运行应无异常。冷却塔本体应稳固、无异常振动。冷却塔运行产生的噪声不应大于设计及设备技术文件的规定值，水流量应符合设计要求。

4）制冷机组运转应平稳、应无异常振动与声响。各连接和密封部位不应有松动、漏气、漏油等现象。吸、排气的压力和温度应在正常工作范围内。能量调节装置及各保护继电器、安全装置的动作应正确、灵敏、可靠。正常运转不应少于 8h。

5）风机盘管机组的调速、温控阀的动作应正确，并应与机组运行状态一一对应，中档风量的实测值应符合设计要求。

（2）系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试

1）应在设备单机试运转合格后进行。

2）通风系统的连续试运行应不少于 2h，空调系统带冷（热）源的连续试运行应不少于 8h。联合试运行及调试不在制冷期或供暖期时，仅做不带冷（热）源的试运行及调试，并在第一个制冷期或供暖期内补做。

（3）系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试内容

1）监测与控制系统的检验、调整与联动运行。

2）系统风量的测定和调整（通风机、风口、系统平衡）。

3）空调水系统的测定和调整。

4）室内空气参数的测定和调整。

（4）系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试技术要求：

1）系统总风量调试结果与设计风量的允许偏差应为 -5%～+ 10%，建筑内各区域的压差应符合设计要求。系统经过风量平衡调整，各风口及吸风罩的风量与设计风量的允许偏差不应大于 15%。设备及系统主要部件的联动应符合设计要求，动作应协调正确，不应有异常现象。

2）空调水系统应排除管道系统中的空气；系统连续运行应正常平稳；水泵的流量、压差和水泵电机的电流不应出现 10% 以上的波动。空调冷（热）水系统、冷却水系统的总流量与设计流量的偏差不应大于 10%。

3）水系统平衡调整后，定流量系统的各空气处理机组的水流量应符合设计要求，允许偏差应为 15%；变流量系统的各空气处理机组的水流量应符合设计要求，允许偏差应为 10%。

4）冷水机组的供回水温度和冷却塔的出水温度应符合设计要求；多台制冷机或冷却塔并联运行时，各台制冷机及冷却塔的水流量与设计流量的偏差不应大于 10%。

5）舒适性空调的室内温度应优于或等于设计要求；恒温恒湿和净化空调的室内温、湿度应符合设计要求。

八、通风与空调节能验收要求

1. 材料、设备的见证取样复试

（1）通风空调工程的绝热材料，要对导热系数或热阻、密度、吸水率等指标进行复试，检验方法为现场随机抽样送检，核查复验报告，要求同一厂家同材质的绝热材料复验不得少于 2 次。

（2）风机盘管机组要对供冷量、供热量、风量、水阻力、功率及噪声等参数进行复试，检验方法为随机抽样送检，核查复验报告。同一厂家的风机盘管机组按数量复验 2%，不得少于 2 台；复验合格后再安装。

2. 通风与空调系统节能性能检测

（1）冬季室内平均温度不得低于设计温度 2℃，且不应高于 1℃；夏季室内平均温度不得高于设计温度 2℃，且不应低于 1℃。

（2）通风与空调系统的总风量与设计风量允许偏差为 -5%～+10%。各风口的风量与设计风量允许偏差小于等于 15%。

（3）空调系统的冷热水、冷却水总流量应全系统检测，与设计流量允许偏差≤ 10%。空调机组的水流量，定流量系统允许偏差≤ 15%，变流量系统允许偏差≤ 10%。

1H414033 净化空调系统施工技术要求

一、洁净度等级划分

1. 洁净度等级是指洁净室（区）内悬浮粒子洁净度的水平。

2. 洁净度等级给出规定粒径粒子的最大允许浓度，用每立方米空气中的规定粒径粒子允许的最大数量表示。

3. 现行规范规定了 N1 级至 N9 级的 9 个洁净度等级。N1 级洁净度的水平最高。

二、净化空调系统的施工技术要求

1. 风管制作要求

（1）风管制作材料要求

宜采用镀锌钢板，且镀锌层厚度不应小于100g/m²。当生产工艺或环境条件要求采用非金属风管时，应采用不燃材料或难燃材料，且表面应光滑、平整、不产尘、不易霉变。

（2）净化空调系统风管的制作要求

1）风管内表面应平整、光滑，管内不得设有加固框或加固筋。镀锌钢板风管的镀锌层不应有多处或10%表面积的损伤、粉化脱落等现象。咬口缝处所涂密封胶宜在正压侧。镀锌钢板风管的咬口缝、折边和铆接等处有损伤时，应进行防腐处理。

2）风管所用的螺栓、螺母、垫圈和铆钉的材料应与管材性能相适应，不应产生电化学腐蚀。当空气洁净度等级为N1～N5级时，风管法兰的螺栓及铆钉孔的间距不应大于80mm；当空气洁净度等级为N6～N9级时，不应大于120mm。不得采用抽芯铆钉。

3）矩形风管不得使用S形插条及直角形插条连接。边长大于1000mm的净化空调系统风管，无相应的加固措施，不得使用薄钢板法兰弹簧夹连接。空气洁净度等级为N1～N5级净化空调系统的风管，不得采用按扣式咬口连接。

4）风管制作完毕后，用无腐蚀性清洗液将内表面清洗干净。清洗剂不应对人体、管材和产品等产生危害。风管清洗达到清洁要求后，应对端部进行密闭封堵，并应存放在清洁的房间。

（3）净化系统阀部件制作要求

1）净化空调系统的静压箱本体、箱内高效过滤器的固定框架及其他固定件应为镀锌、镀镍件或其他防腐件。

2）净化空调系统的风阀、活动件、固定件以及紧固件均应采取防腐措施，风阀叶片主轴与阀体轴套配合应严密，且应采取密封措施。

3）净化空调系统消声器内的覆面材料应采用尼龙布等不易产尘的材料。

2. 风管安装要求

（1）在安装前风管、静压箱及其他部件的内表面应擦拭干净，且应无油污和浮尘。当施工停顿或完毕时，端口应封堵。

（2）法兰垫料应采用不产尘、不易老化，且具有强度和弹性的材料，厚度应为5～8mm，不得采用乳胶海绵。法兰垫片宜减少拼接，且不得采用直缝对接连接，不得在垫料表面涂刷涂料，垫料不应凸出风管内壁。

（3）风管穿过洁净室（区）吊顶、隔墙等围护结构时，应采取可靠的密封措施。

（4）净化空调系统进行风管严密性检验时，N1～N5级的系统按高压系统风管的规定执行；N6～N9级，且工作压力小于等于1500Pa的，均按中压系统风管的规定执行。

（5）净化空调系统风管及其部件的安装，应在该区域的建筑门窗和地面工程施工完成，且室内具有防尘措施的条件下进行，安装时所用机具清洁，安装人员穿戴清洁的工作服、手套和工作鞋。

3. 高效过滤器安装要求

（1）高效过滤器安装前，洁净室的内装修工程必须全部完成，系统中末端过滤器前的所有空气过滤器应安装完毕，且经全面清扫、擦拭，空吹12～24h。

（2）高效过滤器应在现场拆开包装，其外层包装不得带入洁净室，但其最内层包装必须在洁净室内方能拆开。

（3）安装前应进行外观检查，重点检查过滤器有无破损漏泄等，并按规范要求进行现场扫描检漏，且应合格；合格后应立即安装。

（4）高效过滤器安装方向应正确，密封面应严密。机械密封时，应采用密封垫料，厚度宜为 6～8mm，密封垫料应平整。安装后垫料的压缩应均匀，压缩率宜为 25%～30%。采用液槽密封时，槽架应水平安装，不得有渗漏现象，槽内不应有污物和水分，槽内密封液高度不应超过 2/3 槽深。密封液的熔点宜高于 50℃。

4. 洁净层流罩安装要求

（1）应采用独立的吊杆或支架，并应采取防止晃动的固定措施，且不得利用生产设备或壁板作为支撑。

（2）直接安装在吊顶上的层流罩，应采取减振措施，箱体四周与吊顶板之间应密封。

（3）洁净层流罩安装的水平度偏差应为 1‰，高度允许偏差应为 1mm。

（4）安装后，应进行不少于 1h 的连续试运转，且运行应正常。

5. 洁净室（区）内风口安装要求

（1）风口安装前应擦拭干净，不得有油污、浮尘等。

（2）风口边框与建筑顶棚或墙壁装饰面应紧贴，接缝处应采取可靠的密封措施。

（3）带高效空气过滤器的送风口，四角应设置可调节高度的吊杆。

三、系统调试

1. 单向流洁净室系统的系统总风量允许偏差应为 0～＋10%，室内各风口风量的允许偏差应为 0～＋ 15%。

2. 单向流洁净室系统的室内截面平均风速的允许偏差应为 0～＋10%，且截面风速不均匀度不应大于 0.25。

3. 相邻不同级别洁净室之间和洁净室与非洁净室之间的静压差不应小于 5Pa，洁净室与室外的静压差不应小于 10Pa。

4. 净化空调系统运行前，应在回风、新风的吸入口处和粗、中效过滤器前设置临时无纺布过滤器。净化空调系统的检测和调整，应在系统正常运行 24h 及以上，达到稳定后进行。工程竣工洁净室（区）洁净度的检测，应在空态或静态下进行。检测时，室内人员不宜多于 3 人，并应穿着与洁净室等级相适应的洁净工作服。

5. 净化空调工程调试包括：单机试运转，联合试运转；系统的调试，其检测结果应全部符合设计要求。

1H414040 建筑智能化工程施工技术

1H414041 建筑智能化工程组成及其功能

一、建筑智能化工程的划分

建筑智能化分部工程的子分部、分项工程划分见表 1H414041。

建筑智能化分部工程的划分 表 1H414041

分部工程	子分部工程	分项工程
建筑智能化	用户电话交换系统	线缆敷设，设备安装，软件安装，接口及系统调试，试运行

续表

分部工程	子分部工程	分项工程
建筑智能化	信息网络系统	计算机网络设备安装，计算机网络软件安装，网络安全设备安装，网络安全软件安装，系统调试，试运行
	综合布线系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，机柜、机架、配线架的安装，信息插座安装，链路或信道测试，软件安装，系统调试，试运行
	有线电视及卫星电视接收系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，设备安装，软件安装，系统调试，试运行
	公共广播系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，设备安装，软件安装，系统调试，试运行
	建筑设备监控系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，传感器安装，执行器安装，控制器、箱安装，中央管理工作站和操作分站设备安装，软件安装，系统调试，试运行
	火灾自动报警系统	梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，探测器类设备安装，控制器类设备安装，其他设备安装，软件安装，系统调试，试运行
	安全技术防范系统	导管安装，线缆敷设，设备安装，系统调试，试运行
	机房工程	供配电系统，防雷与接地系统，综合布线系统，监控与安全防范系统，电磁屏蔽，系统调试，试运行

二、用户电话交换系统的组成及其功能

1. 用户电话交换系统包括：线缆敷设、设备安装、软件安装、接口等组成。

2. 用户交换设备一般有程控数字用户交换机、虚拟交换机、电话机、传真机等，使建筑物内语音、数据、图像、视频可靠地传输。

三、有线电视及卫星电视接收系统的组成及其功能

1. 有线电视及卫星电视接收系统由信号源装置、前端设备、干线传输系统和用户分配网络组成。

2. 有线电视及卫星电视接收系统使电视图像可靠、不失真地传输。

四、公共广播系统的组成及其功能

1. 公共广播系统由音源设备、声源处理设备、扩音设备、放音设备和传输线缆等组成。

2. 公共广播系统有业务广播、背景广播和紧急广播功能。

五、综合布线系统的组成及其功能

1. 综合布线系统由工作区、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、设备间、进线间、管理七部分组成。

2. 综合布线系统的功能是建筑物内部或建筑群之间的传输网络，使建筑物内部或建筑群之间的通信设备、信息交换设备，以及建设设备与物业管理设备的状态信号彼此相连，传输语音、数据、图像、多媒体业务等信息。

六、火灾自动报警系统的组成及其功能

1. 火灾自动报警系统由火灾探测器、输入模块、报警控制器、联动控制器与控制模块等组成。

2. 主要功能为火灾参数的检测、火灾信息的处理与自动报警、消防联动与协调控制、消防系统的计算机管理等。

七、安全技术防范系统的组成及其功能

安全技术防范系统主要包括：出入口控制系统、入侵报警系统、视频监控系统、电子巡查系统、停车库（场）管理系统以及以防爆安全检查系统为代表的特殊子系统等。

安全防范系统的实施有集成式、组合式、分散式三种类型。

1. 出入口控制系统（门禁系统）的组成及其功能

（1）出入口控制系统组成

1）对讲门机：普通对讲门机和可视对讲门机。

2）电控锁：钥匙电控锁、IC卡电控锁、密码电控锁、指纹电控锁和视网膜电控锁等。

3）读卡器（密码按钮、生物特征识别器）：外侧识别并开启出入口。

4）开门按钮：内侧开启出入口控制。

（2）出入口控制系统功能

出入口控制系统根据建筑物的使用功能和安全管理的要求，对需要控制的各类出入口，按各种不同的通行对象及其准入级别，对其进、出实施实时控制与管理，并具有报警功能。

2. 入侵报警系统的组成及其功能

（1）入侵报警系统组成

1）入侵报警探测器。有门窗磁性开关、玻璃破碎探测器、被动型红外线探测器和主动型红外线探测器（截断型、反射型）、微波探测器、超声波探测器、双鉴（或三鉴）探测器、线圈传感器和泄漏电缆传感器等。

2）中央报警控制。由微处理器组成，配有显示器、打印机等。

3）报警方式采用有声响报警（电笛、警铃、频闪灯等）和无声报警（向监控中心或向公安局110发出报警信号）。

（2）入侵报警系统功能

入侵报警系统根据被防护对象的使用功能及安全防范管理的要求，对设防区域的非法入侵、盗窃、破坏和抢劫等，进行实时有效的探测与报警。

3. 视频监控系统的组成及其功能

（1）视频监控系统组成

1）数字视频监控系统。由数字摄像机、计算机或硬盘录像机、图像压缩/解压缩系统、图像记录及功能切换控制装置等组成。

2）网络视频监控系统。由网络摄像机、传输网络、管理平台（含本地、异地）、存储设备、显示设备等组成。

（2）视频监控系统功能

视频监控系统根据建筑物的使用功能及安全防范管理的要求，对必须进行视频监控的场所、部位、通道等，进行实时、有效的视频探测、视频监视、图像显示、记录与回放，宜具有视频入侵报警功能。

4. 停车库（场）自动管理系统的组成及其功能

（1）停车库（场）自动管理系统主要设备

1）自动感应器、自动闸门机、控制器、车位显示器、摄像机、车牌识别系统、车牌对比系统等。

2）系统可自动或半自动管理。

（2）停车库（场）自动管理系统功能

根据建筑物的使用功能和安全防范管理的需要，对停车库（场）的车辆通行道口实施出入控制、监视、行车信号指示、停车管理及车辆防盗报警等综合管理。

八、建筑设备监控系统的组成及其功能

建筑设备自动监控系统主要由中央工作站计算机、外围设备、现场控制器、输入和输出设备、相应的系统软件和应用软件组成。

1. 中央监控设备

中央监控设备由计算机和外围设备（UPS、打印机、主控台、显示屏）等组成。

2. 现场控制器

现场控制器（直接数字控制器 DDC），能独立进行检测与控制。控制器的接口有模拟量、数字量的输入 / 输出接口。

（1）数字量输入接口（DI），用来输入各种开关、继电器及接触器开（闭）触点、电动阀门联动触点的开关状态。

（2）模拟量输入接口（AI），用来输入被控对象各种连续变化的物理量（包括温度、相对湿度、压力、液位、电流、电压等）由在线检测的传感器及变送器将其转换为相应的电信号后，送入模拟量输入通道进行处理。一般为采用 4～20mA 电流信号或 0～10V 电压信号。

（3）数字量输出接口（DO），用来输出控制电磁阀门、继电器、指示灯、声光报警器等开关设备。

（4）模拟量输出接口（AO），输出 4～20mA 电流信号或 0～10V 电压信号，用来控制各种直行程或角行程执行机构的动作或各种电动机的转速。

3. 输入设备

（1）电量传感器。有电压、电流、频率、有功功率、功率因数传感器等。

（2）非电量传感器。有温度、湿度、压力、液位和流量传感器等。

1）温度传感器常用的有风管型和水管型。由传感元件和变送器组成，以热电阻或热电偶作为传感元件，有 1kΩ 镍电阻、1kΩ 和 100Ω 铂电阻等类型。

2）湿度传感器用于测量室内、室外和风管内的相对湿度。有氯化锂湿度传感器、碳湿敏元件、氧化铝湿度计和陶瓷湿度传感器等。

3）压力、压差传感器有电容式压差传感器、液体压差传感器、薄膜型液体压力传感器等。

4）压差开关是随着空气压差引起开关动作的装置。一般压差范围可在 20～4000Pa。例如，压差开关可用于监视过滤网阻力状态的监测。

5）流量传感器的结构形式可分为叶片式、量芯式、热线式、热膜式、卡门涡旋式等，由检测和转换单元组成。

6）空气质量传感器可监测空气中的烟雾、CO、CO_2 等多种气体含量，以 0～10VDC 输出或干接点报警信号输出。

4. 主要输出装置

电动执行器可分为驱动或控制水管阀门的电磁阀、电动调节阀和驱动或控制风阀的风阀执行器。

（1）电磁阀。由电磁部件（铁芯、线圈）和阀体组成，利用电磁力带动阀塞来控制阀门的打开与关闭。电磁阀有直动式和先导式两种。

（2）电动调节阀。由电动执行机构和阀体组成，将电信号转换为阀门的开度。电动执行机构输出方式有直行程、角行程和多转式类型，分别同直线移动的调节阀、旋转的蝶阀、多转的调节阀等配合工作。

（3）电动风阀。由风门驱动器和蝶阀组成，调节风门以达到调节风管的风量和风压。技术参数有输出力矩、驱动速度、角度调整范围、驱动信号类型等。

1H414042 建筑智能化工程施工技术要求

一、建筑设备监控工程的施工要求

（一）建筑设备监控工程的实施

1. 建筑设备监控工程的实施程序

建筑设备自动监控需求调研→监控方案设计与评审→工程承包商的确定→设备供应商的确定→施工图深化设计→工程施工及质量控制→工程检测→管理人员培训→工程验收开通→投入运行。

2. 建筑设备监控工程的施工深化

（1）自动监控系统的深化设计应具有开放结构，协议和接口都应标准化。首先了解建筑物的基本情况、建筑设备的位置、控制方式和技术要求等资料，然后依据监控产品进行深化设计。

（2）施工深化中还应做好与建筑给水排水、电气、通风空调、防排烟、防火卷帘和电梯等设备的接口确认，做好与建筑装修效果的配合工作。

3. 建筑设备监控工程实施界面的划分

建筑设备自动监控工程实施界面的确定贯彻于设备选型、系统设计、工程施工、检测验收的全过程中。在工程合同中应明确各供应商的设备、材料的供应范围、接口软件及其费用，避免施工过程中出现扯皮和影响工程进度。

（1）设备、材料采购供应界面的划分

设备、材料的采购供应中要明确监控系统设备供应商和被监控设备供应商之间的界面划分。主要是明确建筑设备监控系统与其他机电工程的设备、材料、接口和软件的供应范围。

例如，空调工程承包商提供空调设备时，应同时提供满足监测和控制要求的通信协议和接口软件。监控系统工程承包商应提供的设备有温度、流量、压差与压力传感器、压差开关等设备及相应的应用软件等。

（2）大型设备接口界面的确定

建筑设备监控系统与变配电设备、发电机组、冷水机组、热泵机组、锅炉和电梯等大型建筑设备实现接口方式的通信，必须预先约定所遵循的通信协议。如果建筑设备监控系统和大型设备的控制系统都具有相同的通信协议和标准接口，就可以直接进行通信。

（3）建筑设备监控工程施工界面的确定

确定建筑设备监控系统涉及的机电设备和各系统之间的设备安装，线管、线槽敷设及穿线和接线的工作，设备单体调试及相互的配合方式。

例如，在施工中需确定阀门的安装位置、线路敷设位置、管道的开孔、调试过程中相关方投入的人力设备及责任义务，都是工程正常进行的重要保证，需要在施工前予以明确，避免在工程出现问题时互相推卸责任的情况。

（二）建筑设备监控系统产品的选择及检查

1. 技术要求

应根据管理对象的特点、监控的要求以及监控点数的分布等，确定监控系统的整体结构，然后进行产品选择。设备、材料的型号规格符合设计要求和国家现行标准，各系统的设备接口必须相匹配。

2. 主要考虑的因素

产品的品牌和生产地，应用实践以及供货渠道和供货周期等信息；产品支持的系统规模及监控距离；产品的网络性能及标准化程度。

例如，每个系统都有支持的常规监控点数限制和监控距离限制。当超出常规限制时，有些产品可以通过增加设备来进行扩展，但投资将增加或系统性能有所下降。

3. 检测要求

工程中使用的设备、材料、接口和软件的功能、性能等项目的检测应按相应的国家现行标准进行。供需双方有特殊要求的产品，可按合同规定或设计要求进行。

（1）接口技术文件应符合合同要求；接口技术文件应包括接口概述、接口框图、接口位置、接口类型与数量、接口通信协议、数据流向和接口责任边界等内容。

（2）接口测试文件应符合设计要求；接口测试文件应包括测试链路搭建、测试用仪器仪表、测试方法、测试内容和测试结果评判等内容。

4. 进口设备

进口设备应提供质量合格证明、检测报告及安装、使用、维护说明书等文件资料（中文译文），还应提供原产地证明和商检证明。

（三）监控设备的安装要求

1. 中央监控设备的安装要求

（1）中央监控设备应在控制室装饰工程完工后进行安装。外观检查无损伤，设备完整，型号、规格和接口符合设计要求，设备安装平稳牢固，操作方便，接地可靠。

（2）设备之间的连接电缆型号和连接应正确整齐，做好标识。

2. 现场控制器安装要求

（1）现场控制器处于监控系统的中间层，向上连接中央监控设备，向下连接各监控点的传感器和执行器。

（2）现场控制器一般安装在弱电竖井内、冷冻机房、配电房等需监控的机电设备附近。

3. 主要输入设备安装要求

（1）各类传感器的安装位置应装在能正确反映其检测性能的位置，并远离有强磁场或剧烈振动的场所，而且便于调试和维护。

（2）风管型传感器安装应在风管保温层完成后进行。

（3）水管型传感器开孔与焊接工作，必须在管道的压力试验、清洗、防腐和保温前进行。

（4）传感器至现场控制器之间的连接应符合设计要求。

例如，镍温度传感器的接线电阻应小于3Ω，铂温度传感器的接线电阻应小于1Ω，并在现场控制器侧接地。

（5）电磁流量计应安装在流量调节阀的上游，流量计的上游应有10倍管径长度的直管段，下游段应有4～5倍管径长度的直管段。

（6）涡轮式流量传感器应水平安装，流体的流动方向必须与传感器壳体上所示的流向标志一致。

（7）空气质量传感器的安装位置，应选择能正确反映空气质量状况的地方。

4. 主要输出设备安装要求

（1）电磁阀、电动调节阀安装前，应按说明书规定检查线圈与阀体间的电阻，进行模拟动作试验和压力试验。阀门外壳上的箭头指向与水流方向一致。

（2）电动风阀控制器安装前，应检查线圈和阀体间的电阻、供电电压、输入信号等是否符合要求，宜进行模拟动作检查。

二、安全防范工程施工要求

（一）安全防范工程的实施程序

安全防范等级确定→方案设计与报审→工程承包商确定→施工图深化→施工及质量控制→检验检测→管理人员培训→工程验收→投入运行。

（二）安全防范工程的设备安装要求

1. 安全防范工程中所使用的设备、材料应符合国家现行规范、标准的要求，并与设计文件、工程合同的内容相符合。

2. 探测器安装要求

（1）各类探测器应根据产品的特性、警戒范围要求和环境影响等确定设备的安装点（位置和高度）。

（2）周界入侵探测器安装应保证能在防区形成交叉，避免盲区。

（3）探测器底座和支架应固定牢固。探测器导线连接应牢固可靠，外接部分不得外露。

3. 摄像机安装要求

（1）安装前应通电检测，工作应正常，在满足监视目标视场范围要求下，室内安装高度离地不宜低于2.5m；室外安装高度离地不宜低于3.5m，应考虑防雷、防雨措施。

（2）摄像机及其配套装置（镜头、防护罩、支架等）安装应牢固，运转应灵活。

（3）视频线、控制线和电源线外露部分应用软管保护，并不影响云台的转动。

（4）云台的安装应牢固，转动时无晃动，云台的转动角度范围是否满足要求。

4. 出入口控制设备安装要求

（1）各类识读装置的安装高度离地不宜高于1.5m。

（2）感应式读卡机在安装时应注意可感应范围，不得靠近高频、强磁场。

（3）电控锁安装应符合产品技术要求，安装应牢固，启闭应灵活。

5. 对讲设备（可视、非可视）安装要求

（1）对讲主机（门口机）可安装在单元防护门上或墙体主机预埋盒内，对讲主机操作面板的安装高度离地不宜高于1.5m，操作面板应面向访客，便于操作。

（2）调整可视对讲主机内置摄像机的方位和视角于最佳位置，对不具备逆光补偿的摄像机，宜作环境亮度处理。

（3）对讲分机（用户机）安装位置宜选择在住户室内的内墙上，其高度离地1.4～1.6m。

（4）联网型对讲系统的管理机宜安装在监控中心或小区出入口的值班室内。

6. 电子巡查设备安装要求

在线巡查或离线巡查的信息采集点（巡查点）的数目应符合设计与使用要求，其安装高度离地1.3～1.5m。

7. 停车库（场）管理设备安装要求

（1）读卡机与挡车器安装应平整、牢固，读卡机与挡车器的中心间距应符合设计要求或产品使用要求；应考虑防水及防撞措施。

（2）感应线圈埋设位置与埋设深度应符合设计要求或产品使用要求；感应线圈至机箱处的线缆应采用金属管保护。

（3）信号指示器安装。车位状况信号指示器应安装在车道出入口的明显位置；车位引导显示器应安装在车道中央上方，便于识别与引导。

8. 控制设备安装要求

（1）控制台、机柜（架）安装位置应符合设计要求，便于操作维护。

（2）监视器（屏幕）应避免外来光直射，当不可避免时，应采取避光措施。

三、线缆和光缆施工技术要求

（一）线缆的施工要求

1. 信号线缆和电力电缆平行敷设时，其间距不得小于0.3m；信号线缆与电力电缆交叉敷设时，宜成直角。多芯线缆的最小弯曲半径应大于其外径的6倍。

2. 电源线与信号线、控制线应分别穿管敷设；当低电压供电时，电源线与信号线、控制线可以同管敷设。

3. 线缆在沟内敷设时，应敷设在支架上或线槽内。

例如，在电缆沟支架上敷设时，与建筑电气专业提前规划协商，高压电缆在最上层支架，低压电缆在中层支架，智能化线缆在最下层支架。

4. 明敷的信号线缆与具有强磁场、强电场的电气设备之间的净距离，宜大于1.5m，当采用屏蔽线缆或穿金属保护管或在金属封闭线槽内敷设时，宜大于0.8m。

5. 信号线缆的屏蔽性能、敷设方式、接头工艺、接地要求等应符合相关标准规定。

（二）同轴线缆的施工要求

1. 同轴线缆的衰减、弯曲、屏蔽、防潮等性能应满足设计要求，并符合产品标准要求。

2. 同轴电缆应一线到位，中间无接头。

3. 同轴电缆的最小弯曲半径应大于其外径的15倍。

（三）光缆的施工要求

1. 光缆长距离传输时宜采用单模光纤，距离较短时宜采用多模光纤。

2. 光缆的芯线数目应根据监视点的个数及分布情况来确定，并留有一定的余量。

3. 光缆的结构及最小弯曲半径、最大抗拉力等机械参数，应满足施工条件的要求。

4. 光缆敷设前，应对光纤进行检查。光纤应无断点，其衰耗值应符合设计要求。核对光缆长度，并应根据施工图的敷设长度来选配光缆。

5. 敷设光缆时，其最小动态弯曲半径应大于光缆外径的 20 倍。光缆的牵引端头应做好技术处理，可采用自动控制牵引力的牵引机进行牵引。牵引力应加在加强芯上，其牵引力不应超过 150kg；牵引速度宜为 10m/min；一次牵引的直线长度不宜超过 1km，光纤接头的预留长度不应小于 8m。

6. 光缆敷设后，应检查光纤有无损伤，并对光缆敷设损耗进行抽测；确认没有损伤后，再进行接续。光缆敷设完毕后，宜测量通道的总损耗，并用光时域反射计观察光纤通道全程波导衰减特性曲线。

1H414043 建筑智能化工程调试与检测要求

一、建筑智能化系统调试检测的实施

（一）系统调试的条件

已编制完成调试方案、设备平面布置图、线路图以及其他技术文件。调试工作应由项目专业技术负责人主持。

调试前，按设计文件检查已安装的设备、线路。通电试运行前应对系统的外部线路进行检查，检查供电设备的电压、极性、相位等。

（二）系统检测的条件

1. 系统检测应在系统试运行合格后进行。

2. 系统检测前应提交的资料：工程技术文件；设备材料进场检验记录和设备开箱检验记录；自检记录；分项工程质量验收记录；试运行记录。

（三）系统检测实施

1. 依据工程技术文件和规范规定的检测项目、检测数量及检测方法编制系统检测方案，检测方案经建设单位或项目监理批准后实施。

2. 按系统检测方案所列检测项目进行检测，系统检测的主控项目和一般项目应符合规范规定。

3. 系统检测程序：分项工程→子分部工程→分部工程。

4. 系统检测合格后，填写分项工程检测记录、子分部工程检测记录和分部工程检测汇总记录。

5. 分项工程检测记录、子分部工程检测记录和分部工程检测汇总记录由检测小组填写，检测负责人做出检测结论，监理（建设）单位的监理工程师（项目专业技术负责人）签字确认。

二、建筑智能化工程调试检测

（一）有线电视及卫星电视接收系统检测

1. 有线电视及卫星电视接收系统的设备及器材进场验收，还应检查国家广播电视总局或有资质检测机构颁发的有效认证标识。

2. 有线电视及卫星电视接收系统主观评价和客观测试的测试点规定：

（1）系统的输出端口数量小于1000时，测试点不得少于2个；系统的输出端口数量大于1000时，每1000点应选取2～3个测试点。

（2）混合光纤同轴电缆网（HFC）或同轴传输的双向数字电视系统，主观评价的测试点数应符合以上规定，客观测试点的数量不应少于系统输出端口数量的5%，测试点数不应少于20个。

（3）测试点应至少有一个位于系统中主干线的最后一个分配放大器之后的点。

（二）公共广播系统检测

1. 当紧急广播系统具有火灾应急广播功能时，应检查传输线缆、线槽和导管的防火保护措施。

2. 公共广播系统检测时，应打开广播分区的全部广播扬声器，测量点宜均匀布置。

3. 紧急广播中包括火灾应急广播功能时还应检测的内容包括：

（1）紧急广播具有最高级别的优先权；

（2）紧急广播向相关广播区域播放警示信号、警报语声或实时指挥语声的响应时间；

（3）音量自动调节功能。

4. 检测公共广播系统的声场不均匀度、漏出声衰减及系统设备信噪比符合设计要求。

5. 检查公共广播系统的扬声器位置，应分布合理，符合设计要求。

（三）综合布线系统检测

综合布线系统检测应包括电缆系统和光缆系统的性能测试，且电缆系统测试项目应根据布线信道或链路的设计等级和布线系统的类别要求确定。

（四）安全技术防范系统调试检测要求

1. 产品检查

列入国家强制性认证产品目录的安全防范产品应检查产品的认证证书或检测报告。

2. 安全技术防范系统检测要求

（1）子系统功能应按设计要求逐项检测。

（2）摄像机、探测器、出入口识读设备、电子巡查信息识读器等设备抽检的数量不应低于20%，且不应少于3台，数量少于3台时应全部检测。

3. 安全防范综合管理系统的功能检测内容

（1）监控图像、报警信息及其他信息记录的质量和保存时间。

（2）与火灾自动报警系统和应急响应系统的联动、报警信号的输出接口。

（3）安全技术防范系统中的各子系统对监控中心控制命令的响应准确性和实时性。

4. 安全技术防范系统的调试检测

（1）报警系统调试检测

1）检查及调试系统所采用探测器的探测范围、灵敏度、误报警、漏报警、报警状态后的恢复、防拆保护等功能与指标，应符合设计要求。

2）检查控制器的本地、异地报警、防破坏报警、布撤防、报警优先、自检及显示等功能，应符合设计要求。

3）检查紧急报警时系统的响应时间，应基本符合设计要求。

例如，检测防范部位和要害部门的设防情况，有无防范盲区。安全防范设备的运行是否达到设计要求。探测器的盲区检测，防拆报警功能检测，信号线开路和短路报警功能

检测，电源线被剪报警功能检测，各防范子系统之间的报警联动等是否达到安全防范的要求。

（2）视频安防监控系统调试检测

1）检查及调试摄像机的监控范围、聚焦、环境照度与抗逆光效果等，使图像清晰度、灰度等级达到系统设计要求。

2）检查并调整对云台、镜头等的遥控功能，排除遥控延迟和机械冲击等不良现象，使监视范围达到设计要求。

3）检查并调整视频切换控制主机的操作程序、图像切换、字符叠加等功能，保证工作正常，满足设计要求。

4）检查与调试监视图像与回放图像的质量，在正常工作照明环境条件下，监视图像质量不应低于国家现行标准规定或至少能辨别人的面部特征。

5）当系统具有报警联动功能时，应检查与调试自动开启摄像机电源、自动切换音视频到指定监视器、自动实时录像等功能。

6）系统应叠加摄像时间、摄像机位置（含电梯、楼层显示）的标识符，并显示稳定。当系统需要灯光联动时，应检查灯光打开后图像质量是否达到设计要求。

例如，摄像机的系统功能检测、图像质量检测、数字硬盘录像监控系统检测、监控图像的记录和保存时间是否达到设计和规范标准要求等。

（3）出入口控制系统调试检测

1）对读卡机在使用不同类型的卡（如通用卡、定时卡、加密卡、防劫持卡等）时，调试其开门、关门、提示、记忆、统计、打印等判别与处理功能。

2）调试出入口控制系统与报警、电子巡查等系统间的联动与集成功能。

3）对采用各种生物识别技术装置（如指纹、掌形、视网膜、声控及其复合技术）的出入口控制系统的调试，应按系统设计文件及产品说明书进行。

（4）访客（可视）对讲系统调试检测

按相关标准及设计方案规定，检查与调试系统的选呼、通话、电控开锁、紧急呼叫等功能。对具有报警功能的复合型对讲系统，还应检查与调试安装的探测器、各种前端设备的警戒功能，并检查布防、撤防及报警信号畅通等功能。

（5）电子巡查系统调试检测

1）检查在线式信息采集点读值的可靠性、实时巡查与预置巡查的一致性，并查看记录、存储信息以及在发生不到位时的即时报警功能。

2）检查离线式电子巡查系统，确保信息钮的信息正确，数据的采集、统计、打印等功能正常。

例如，按预先设定的巡查路线，正确记录保安人员巡查活动（时间、路线、班次等）状态。对在线式电子巡查系统，检查当发生意外情况时的即时报警功能。

（6）停车库（场）管理系统调试检测

要求按系统设计，检查与调试系统车位显示、行车指示、入口处出票与出口处验票、计费与收费显示、车牌或车型识别以及意外情况发生时向外报警等功能。

5. 系统集成方式的调试

安全技术防范系统的各子系统应先独立调试检测、运行；当采用系统集成方式工作

时，应按设计要求和相关设备的技术说明书、操作手册，检查和调试统一的通信平台和管理软件后，再将监控中心设备与各子系统设备联网，进行系统总调，并模拟实施监控中心对整个系统进行管理和控制、显示与记录各子系统运行状况及处理报警信息数据等功能。

（五）建筑设备监控系统调试检测要求

1. 变配电系统调试检测

（1）电源及主供电回路电流值显示、电压值显示、功率因数测量、电能计量等。

（2）变压器和高、低压开关运行状况及故障（超温）报警。

（3）应急发电机组供电电流、电压及频率和储油罐液位监视，故障报警。

（4）不间断电源工作状态、蓄电池组及充电设备工作状态检测。

2. 锅炉机组调试检测

锅炉出口热水温度、压力、流量、热源系统功能检测，热交换系统功能检测。

3. 冷冻和冷却水系统调试检测

冷水机组、冷却水泵、冷冻水泵、电动阀门和冷却塔功能检测。

4. 通风空调设备系统调试检测

（1）对风阀的自动调节来控制空调系统的新风量以及送风风量的大小。

（2）对水阀的自动调节来控制送风温度（回风温度）达到设定值。

（3）对加湿阀的自动调节来控制送风相对湿度（回风相对湿度）达到设定值。

（4）对过滤网的压差开关报警信号来判断是否需要清洗或更换过滤网。

（5）监控风机故障报警及相应的安全联锁控制；电气联锁以及防冻联锁控制等。

5. 公共照明控制系统调试检测

（1）按照明回路总数的10%抽检，数量不应少于10路，总数少于10路时应全部检测。

（2）不同区域的照明设备分别进行开、关控制；利用计算机对公共照明开、关进行监视，满足必要的照明要求。

例如，以光照度、时间等为控制依据对公共照明设备（场景照明、景观照明）进行监控检测。

6. 给水排水系统调试检测

（1）给水和中水监控系统应全部检测。

（2）排水监控系统应抽检50%，且不得少于5套，总数少于5套时应全部检测。

例如，给水系统、排水系统和中水系统液位、压力参数及水泵运行状态检测；自动调节水泵转速；水泵投运切换；故障报警及保护。

7. 电梯和自动扶梯监测系统检测启停、上下行、位置、故障等运行状态显示功能。

8. 能耗监测系统检测能耗数据的显示、记录、统计、汇总及趋势分析等功能。

1H414050 电梯工程施工技术

1H414051 电梯的分类与施工程序

一、电梯工程的划分

电梯工程按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013划分的分部、分项工程见表1H414051。

电梯工程的分部、分项工程划分 表 1H414051

分部工程	子分部工程	分项工程
电梯工程	电力驱动的曳引式或强制式电梯	设备进场验收，土建交接检验，驱动主机，导轨，门系统，轿厢，对重，安全部件，悬挂装置，随行电缆，补偿装置，电气装置，整机安装验收
	液压电梯	设备进场验收，土建交接检验，液压系统，导轨，门系统，轿厢，对重，安全部件，悬挂装置，随行电缆，电气装置，整机安装验收
	自动扶梯、自动人行道	设备进场验收，土建交接检验，整机安装验收

二、电梯的分类、组成及主要技术参数

1. 电梯的分类

（1）按电梯用途分类

可分为乘客电梯、载货电梯、客货电梯、病床电梯、住宅电梯、消防电梯、观光电梯和施工电梯等。

（2）按机械驱动方式分类

可分为曳引式电梯、强制式电梯、液压电梯和齿轮齿条电梯。

（3）按运行速度分类

1）低速电梯：$v \leqslant 1.0$m/s 的电梯；

2）中速电梯：1.0m/s $< v \leqslant$ 2.5m/s 的电梯；

3）高速电梯：2.5m/s $< v \leqslant$ 6.0m/s 的电梯；

4）超高速电梯：$v >$ 6.0m/s 的电梯。

（4）按控制方式分类

可分为按钮控制、信号控制、集选控制、并联控制和智能控制等。

2. 电梯的组成

电梯一般由机房、井道、轿厢、层站四大部分组成。

（1）曳引式或强制式电梯从系统功能分，通常由曳引系统、导向系统、轿厢系统、门系统、重量平衡系统、驱动系统、控制系统、安全保护系统等组成。

（2）液压电梯一般由泵站系统、液压系统、导向系统、轿厢系统、门系统、电气控制系统、安全保护系统等组成。

（3）齿轮齿条（施工）电梯一般由轿厢、驱动机构、标准节、附墙、底盘、围栏、电气系统等组成。

3. 电梯主要技术参数

（1）额定载重量 Q：指制造和设计规定的电梯载重量，有 630kg、800kg、1000kg、1250kg、1600kg、2000kg、2500kg 等。

（2）额定速度 v：指制造和设计规定的电梯运行速度，有 1.0m/s、1.6m/s、1.75m/s、2.0m/s、2.5m/s、3.0m/s、4.0m/s、5.0m/s、6.0m/s 等。

三、自动扶梯的分类、组成及主要技术参数

1. 自动扶梯分类

（1）按扶手装饰分类

1）全透明式：指扶手护壁板采用全透明的玻璃，玻璃板厚度不应小于 6mm。

2）不透明式：指扶手护壁板采用金属或其他材料，主要用于地铁、车站、码头等人流集中的高度较大的自动扶梯。

3）半透明式：指扶手护壁板为半透明。

（2）按梯级驱动方式分类

1）链条式：指驱动梯级的元件为链条的自动扶梯。目前大多数自动扶梯均采用链条驱动式结构。

2）齿条式：指驱动梯级的元件为齿条的自动扶梯。

2. 自动扶梯的组成

自动扶梯主要部件有梯级、牵引链条及链轮、导轨系统、主传动系统（包括电动机、减速装置、制动器及中间传动环节等）、驱动主轴、张紧装置、扶手系统、上下盖板、梳齿板、扶梯骨架、安全装置和电气系统等。

3. 自动扶梯的主要技术参数

（1）提升高度 H：提升高度是指扶梯的上基点与下基点的垂直高度差（建筑物上、下楼层间的高度）。

（2）倾斜角度 α：梯级运行方向与水平面构成的角度，有 30° 和 35° 等。

（3）额定速度 v：在空载情况下的运行速度，有 0.5m/s、0.65m/s、0.75m/s 等。

（4）梯级宽度（名义宽度）Z：梯级的宽度通常为 600mm、800mm、1000mm 等。

四、电梯施工前应履行的手续

1. 电梯安装的施工单位应当在施工前将拟进行的电梯情况书面告知直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门，告知后方可施工。

2. 办理告知需要的材料一般包括《特种设备开工告知申请书》一式两份、电梯安装资质证原件、电梯安装资质证复印件加盖公章、组织机构代码证复印件加盖公章等。

3. 安装单位应当在履行告知后、开始施工前（不包括设备开箱、现场勘测等准备工作），向规定的检验机构申请监督检验。待检验机构审查电梯制造资料完毕，并且获悉检验结论为合格后，方可实施安装。

五、电梯安装资料

1. 电梯制造厂提供的资料

（1）制造许可证明文件，其范围能够覆盖所提供电梯的相应参数。

（2）电梯整机型式检验合格证书或报告书，其内容能够覆盖所提供电梯的相应参数。

（3）产品质量证明文件，注有制造许可证明文件编号、该电梯的产品出厂编号、主要技术参数、门锁装置、限速器、安全钳、缓冲器、含有电子元件的安全电路、轿厢上行超速保护装置、驱动主机、控制柜等安全保护装置和主要部件的型号和编号等内容，并且有电梯整机制造单位的公章或检验合格章以及出厂日期。

（4）门锁装置、限速器、安全钳、缓冲器、含有电子元件的安全电路、轿厢上行超速保护装置、驱动主机、控制柜等安全保护装置和主要部件的型式检验合格证，以及限速器和渐进安全钳的调试证书。

（5）机房或者机器设备间及井道布置图，其顶层高度、底坑深度、楼层间距、井道内防护、安全距离、井道下方人可以进入空间等满足安全要求。

（6）电气原理图，包括动力电路和连接电气安全装置的电路。

（7）安装使用维护说明书，包括安装、使用、日常维护保养和应急救援等方面操作说明的内容。

上述文件如为复印件则必须经电梯整机制造单位加盖公章或者检验合格章；对于进口电梯，则应当加盖国内代理商的公章。

2. 安装单位提供的资料

（1）安装许可证和安装告知书，许可证范围能够覆盖所施工电梯的相应参数；

（2）审批手续齐全的施工方案；

（3）施工现场作业人员持有的特种设备作业证。

六、电梯工程的施工程序

1. 电力驱动的曳引式或强制式电梯施工程序

设备进场验收→土建交接检验→井道照明及电气安装→井道测量放线→导轨安装→曳引机安装→限速器安装→机房电气装置安装→轿厢、安全钳及导靴安装→轿厢电气安装→缓冲器安装→对重安装→曳引钢丝绳、悬挂装置及补偿装置安装→开门机、轿门和层门安装→层站电气安装→调试→检验及试验→验收。

2. 液压电梯施工程序

设备进场验收→土建交接检验→样板架安装、放线→导轨安装→千斤顶安装→液压配管→机房内配件安装→轿厢组装→井道内部件安装→调试验收→试运转。

3. 自动扶梯、自动人行道施工程序

设备进场验收→土建交接检验→扶梯（人行道）桁架吊装就位→轨道安装→扶手带等构配件安装→安全装置安装→机械调整→电气装置安装→调试验收→试运转。

七、电梯工程施工中的注意事项

1. 曳引式电梯施工中的注意事项

（1）对电梯井道、机房土建工程进行检测鉴定，以确定其位置尺寸是否符合电梯所提供的土建布置图和其他要求。

（2）电梯安装前，建设单位、监理单位、土建施工单位、电梯安装单位应共同对电梯井道和机房进行检查，对电梯安装条件进行确认。

（3）机房通向井道的预留孔设置临时盖板。层门的预留门洞设置防护栏杆，防护栏杆一般要设两道，底下一道栏杆距地为500～600mm，上面一道栏杆距地应不小于1200mm。

（4）电梯导轨安装时，首先要确定导轨支架的安装位置，再安装导轨支架和导轨，最后对导轨进行调整，满足产品技术文件和规范的要求。

（5）通电空载试运行合格后进行负载试运行，并检测各安全装置动作是否正常准确。

2. 自动扶梯与自动人行道施工中的注意事项

（1）建设单位、监理单位、土建施工单位、安装单位对土建工程共同验收，并办理交接手续。现场有土建施工单位提供的明确的标高基准点；扶梯或自动人行道上、下支撑面预埋钢板符合设计要求。

（2）通电空载试运行合格后进行负载试运行，并检测各安全装置动作是否正常准确。

八、电梯准用程序

1. 电梯安装单位自检试运行结束后，整理记录，并向制造单位提供，由制造单位负

责进行校验和调试。

2. 检验和调试符合要求后，向经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构报验要求监督检验。

3. 监督检验合格，电梯可以交付使用。获得准用许可后，按规定办理交工验收手续。

1H414052 电梯工程施工要求

一、电力驱动的曳引式或强制式电梯施工要求

1. 电梯设备进场验收

（1）设备进场验收时，应检查设备随机文件、设备零部件与装箱单内容相符，设备外观不存在明显的损坏等。

（2）随机文件包括土建布置图，产品出厂合格证，门锁装置、限速器、安全钳及缓冲器等保证电梯安全部件的型式检验证书复印件，设备装箱单，安装、使用维护说明书，动力电路和安全电路的电气原理图。

例如，电梯进场验收时，发现没有限速器的型式检验证书复印件，应在设备验收记录上记录清楚，并要求电梯供应商提供。

2. 土建交接检验的要求

土建施工单位、安装单位、建设（监理）单位共同对土建工程进行交接验收。

（1）机房内部、井道土建或钢架结构及布置必须符合电梯土建布置图的要求。井道最小净空尺寸应和土建布置图要求的一致。

（2）机房内应设有固定的电气照明，在机房内靠近入口处应设有一个开关控制机房照明电源。机房的电源零线和接地线应分开，接地装置的接地电阻值不应大于4Ω。

（3）主电源开关应能切断电梯正常使用情况下的最大电流，对有机房电梯，开关应能从机房入口处方便接近。对无机房电梯，该开关应设置在井道外方便接近的地方。

（4）电梯安装之前，所有厅门预留孔必须设有高度不小于1200mm的安全保护围封（安全防护门），并应保证有足够的强度，保护围封下部应有高度不小于100mm的踢脚板，并应采用左右开启方式，不能上下开启。

（5）井道内应设置永久性电气照明，井道照明电压宜采用36V安全电压，井道内照度不得小于50lx，井道最高点和最低点0.5m内应各装一盏灯，中间灯间距不超过7m，并分别在机房和底坑设置控制开关。

（6）轿厢缓冲器支座下的底坑地面应能承受满载轿厢静载4倍的作用力。

（7）每层楼面应有最终完成的地面基准标识，多台并列的电梯应提供厅门口装饰基准线标识。

3. 驱动主机安装要求

（1）紧急操作装置动作必须正常。可拆卸的装置必须置于驱动主机附近易接近处，紧急救援操作说明必须贴于紧急操作时易见处。

（2）制动器动作应灵活，间隙应调整，驱动主机、驱动主机底座与承重梁的安装应符合产品设计要求。驱动主机减速箱内油量应在油标所限定的范围内。

（3）当驱动主机承重梁须埋入承重墙时，埋入端长度应超过墙厚中心至少20mm，且支承长度不应小于75mm。

4. 导轨安装要求

（1）两列导轨顶面间距离的允许偏差：轿厢导轨 0～＋2mm；对重导轨 0～＋3mm。

（2）导轨支架在井道壁上的安装应固定可靠。预埋件应符合土建布置图要求。锚栓（如膨胀螺栓等）固定应在井道壁的混凝土构件上使用，其连接强度与承受振动的能力应满足电梯产品设计要求，混凝土构件的压缩强度应符合土建布置图要求。

（3）每列导轨工作面（包括侧面和顶面）与安装基准线每 5m 的允许偏差：轿厢导轨和设有安全钳的对重（平衡重）导轨不应大于 0.6mm；不设安全钳的对重（平衡重）导轨不应大于 1.0mm。

（4）轿厢导轨和设有安全钳的对重（平衡重）导轨工作面接头处不应有连续缝隙，导轨接头处台阶不应大于 0.05mm。不设安全钳的对重（平衡重）导轨接头处缝隙不应大于 1.0mm，导轨工作面接头处台阶不应大于 0.15mm。

5. 门系统安装要求

（1）电梯层门地坎至轿厢地坎之间的水平距离允许偏差为 0～＋ 3mm，且最大距离严禁超过 35mm。

（2）层门的强迫关门装置必须动作正常。

例如，某电梯在门系统验收中，检查人员将层门打开到 1/3 行程、1/2 行程或全行程时，将外力取消，层门均应自行关闭，且在门开关过程中，无异常情况发生，说明该层门强迫关门装置动作正常。

（3）由动力操纵的水平滑动门，在关门 1/3 行程之后，阻止关门的力严禁超过 150N。

（4）门扇与门扇、门扇与门套、门扇与门楣、门扇与门口处轿壁、门扇下端与地坎的间隙，乘客电梯不应大于 6mm，载货电梯不应大于 8mm。

6. 轿厢系统安装要求

（1）当距轿底在 1.1m 以下使用玻璃轿壁时，必须在距轿底面 0.9～1m 的高度安装扶手，且扶手必须独立地固定，不得与玻璃相关。

（2）当轿厢有反绳轮时，反绳轮应设置防护装置和挡绳装置。

（3）当轿顶外侧边缘至井道壁水平方向的自由检查距离大于 0.3m 时，轿顶应装设防护栏及警示性标识。

7. 对重（平衡重）安装要求

当对重（平衡重）架有反绳轮，反绳轮应设置防护装置和挡绳装置。

8. 安全部件安装要求

（1）限速器动作速度整定封记必须完好，且无拆动痕迹。

例如，检查人员对某台电梯限速器检查时，根据限速器型式检验证书及安装、维护使用说明书，找到限速器上的每个整定封记部位，观察封记都完好。

（2）当安全钳可调节时，整定封记应完好，且无拆动痕迹。

（3）轿厢在两端站平层位置时，轿厢、对重的缓冲器撞板与缓冲器顶面间的距离应符合土建布置图要求。轿厢、对重的缓冲器撞板中心与缓冲器中心的偏差不应大于 20mm。

9. 悬挂装置、随行电缆、补偿装置安装要求

（1）绳头组合必须安全可靠，且每个绳头组合必须安装防螺母松动和脱落的装置。

（2）钢丝绳严禁有死弯，随行电缆严禁有打结和波浪扭曲现象。

（3）当轿厢悬挂在两根钢丝绳或链条上，且其中一根钢丝绳或链条发生异常相对伸长时，为此装设的电气安全开关应动作可靠。

（4）随行电缆在运行中应避免与井道内其他部件干涉。当轿厢完全压在缓冲器上时，随行电缆不得与底坑地面接触。

10. 电气装置安装要求

（1）所有电气设备及导管、线槽的外露可以导电部分应当与保护线（PE）连接，接地支线应分别直接接至接地干线的接线柱上，不得互相连接后再接地。

（2）动力和电气安全装置的导体之间和导体对地之间的绝缘电阻不得小于 0.5MΩ。

（3）机房和井道内应按产品要求配线。护套电缆可明敷于井道或机房内使用，但不得明敷于地面。

11. 电梯整机安装要求

（1）当三相电源中任何一相断开或任何两相错接时，应有断相、错相保护功能，使电梯不发生危险故障。

（2）动力电路、控制电路、安全电路必须有与负载匹配的短路保护装置；动力电路必须有过载保护装置。

（3）限速器上的轿厢（对重、平衡重）下行标志必须与轿厢（对重、平衡重）的实际下行方向相符。限速器铭牌上的额定速度、动作速度必须与被检电梯相符。限速器必须与其型式试验证书相符。

（4）安全钳、缓冲器、门锁装置必须与其型式试验证书相符。

（5）上、下极限开关必须是安全触点，在端站位置进行动作试验时必须动作正常。在轿厢或对重（如果有）接触缓冲器之前必须动作，且缓冲器完全压缩时，保持动作状态。

（6）限速器绳张紧开关、液压缓冲器复位开关等必须动作可靠。

（7）限速器与安全钳电气开关在联动试验中必须动作可靠，且应使驱动主机立即制动。

（8）对瞬时式安全钳，轿厢应载有均匀分布的额定载重量；对渐进式安全钳，轿厢应载有均匀分布的 125% 额定载重量。

（9）层门与轿门试验时，每层层门必须能够用三角钥匙正常开启，当一个层门或轿门非正常打开时，电梯严禁启动或继续运行。

（10）对曳引式电梯的曳引能力进行试验时，轿厢在行程上部范围空载上行及行程下部范围载有 125% 额定载重量下行，分别停层 3 次以上，轿厢必须可靠地制停（空载上行工况应平层）。轿厢载有 125% 额定载重量以正常运行速度下行时，切断电动机与制动器供电，电梯必须可靠制动。当对重完全压在缓冲器上，且驱动主机按轿厢上行方向连续运转时，空载轿厢严禁向上提升。

（11）电梯安装后应进行运行试验；轿厢分别在空载、额定载荷工况下，按产品设计规定的每小时启动次数和负载持续率各运行 1000 次（每天不少于 8h），电梯应运行平稳、制动可靠、连续运行无故障。

二、液压电梯施工要求

液压电梯安装工程质量验收要求基本与曳引式或强制式电梯安装工程质量验收要求相同；区别之处是液压电梯增加了液压系统。

液压系统安装的验收要求：

（1）液压泵站及液压顶升机构必须安装牢固，缸体垂直度严禁大于0.4‰。

（2）当液压油达到产品设计温度时，温升保护装置必须动作，使液压电梯停止运行。

（3）液压泵站上的溢流阀应设定在系统压力为满载压力的140%～170%时动作。

（4）液压系统压力试验合格规定：轿厢停靠在最高层站，在液压顶升机构和截止阀之间施加200%的满载压力，持续5min后，液压系统应完好无损。

三、自动扶梯、自动人行道施工要求

1. 设备进场验收要求

（1）设备技术资料必须提供梯级或踏板的型式检验报告复印件，或胶带的断裂强度证明文件复印件；对公共交通型自动扶梯、自动人行道应有扶手带的断裂强度证书复印件。

（2）随机文件应该有土建布置图，产品出厂合格证，装箱单，安装、使用维护说明书，以及动力电路和安全电路的电气原理图。

（3）设备零部件应与装箱单内容相符，设备外观不应存在明显的损坏。

2. 土建交接检验的要求

（1）自动扶梯的梯级或自动人行道的踏板或胶带上空，垂直净高度严禁小于2.3m。

（2）在安装之前，井道周围必须设有保证安全的栏杆或屏障，其高度严禁小于1.2m。

（3）根据产品供应商的要求应提供设备进场所需的通道和搬运空间。

（4）在安装之前，土建施工单位应提供明显的水平基准线标识。

3. 整机安装验收要求

（1）整机安装检查要求：

1）梯级、踏板、胶带的楞齿及梳齿板应完整、光滑。

2）内盖板、外盖板、围裙板、扶手支架、扶手导轨、护壁板接缝应平整。接缝处的凸台不应大于0.5mm。

（2）自动扶梯、自动人行道在无控制电压、电路接地故障、过载时，必须自动停止运行。下列情况下的开关断开的动作必须通过安全触点或安全电路来完成：

1）控制装置在超速和运行方向非操纵逆转下动作。

2）附加制动器动作。

3）直接驱动梯级、踏板或胶带的部件（如链条或齿条）断裂或过分伸长。

4）驱动装置与转向装置之间的距离（无意性）缩短。

5）梯级、踏板下陷，或胶带进入梳齿板处有异物夹住，且产生损坏梯级、踏板或胶带支撑结构。

6）无中间出口的连续安装的多台自动扶梯、自动人行道中的一台停止运行。

7）扶手带入口保护装置动作。

（3）不同回路的导线之间、导线对地的绝缘电阻要求：

导线之间和导线对地之间的绝缘电阻应大于1000Ω/V，动力电路和电气安全装置电

路不得小于 0.5MΩ，其他电路（控制、照明、信号等）不得小于 0.25MΩ。

（4）自动扶梯、自动人行道的性能试验，在额定频率和额定电压下，梯级、踏板或胶带沿运行方向空载时的速度与额定速度之间的允许偏差为 ±5%；扶手带的运行速度相对梯级、踏板或胶带的速度允许偏差为 0～+ 2%。

（5）自动扶梯、自动人行道应进行空载制动试验，制停距离应符合表 1H414052-1 的要求。

自动扶梯、自动人行道制停距离　　表 1H414052-1

额定速度（m/s）	制停距离范围（m）	
	自动扶梯	自动人行道
0.5	0.20～1.00	0.20～1.00
0.65	0.30～1.30	0.30～1.30
0.75	0.35～1.50	0.35～1.50
0.90	—	0.40～1.70
制停距离应从电气装置动作开始测量		

（6）自动扶梯、自动人行道应进行载有制动载荷的下行制停距离试验（除非制停距离可以通过其他方法检验），制动载荷应符合表 1H414052-2 的规定，制停距离应符合表 1H414052-1 的规定。

自动扶梯、自动人行道制动载荷　　表 1H414052-2

梯级名义宽度（mm）	自动扶梯每个梯级上的载荷（kg）	自动人行道每 0.4m 长度上的载荷（kg）
600	60	50
800	90	75
1000	120	100

（7）自动扶梯与楼板交叉处及各交叉布置的自动扶梯相交叉的三角形区域，应设置一个无锐利边缘的垂直防碰保护板，其高度不应小于 0.3m，如用一个无孔的三角形保护板。

（8）电气装置的主电源开关不应切断电源插座、检修和维护所必需的照明电源。

1H414060 消防工程施工技术

1H414061 消防系统分类及其功能

一、火灾自动报警及消防联动控制系统的组成及功能

（一）火灾自动报警系统的基本模式

1. 区域报警系统

由火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器及火灾报警控制器等构成，适用于仅需要报警，不需要联动自动消防设备的小型建筑等单独使用。

2. 集中报警系统

由火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光警报器、消防应急广播、消防专用电话、消防控制室图形显示装置、火灾报警控制器、消防联动控制器等组成，适用于不仅需要报警，同时需要联动自动消防设备，且只设置一台具有集中控制功能的火灾报警控制器和消防联动控制器的高层宾馆、商务楼、综合楼等建筑使用，设置一个消防控制室。

3. 控制中心报警系统

由设置在消防控制室的集中报警控制器、消防控制设备等组成，适用于大型建筑群、超高层建筑，可对建筑中的消防设备实现联动控制和手动控制，设置两个及以上消防控制室。

（二）火灾自动报警及消防联动控制系统的组成及功能

1. 火灾探测部分

（1）火灾探测器

1）感烟探测器

利用火灾发生时产生的大量烟雾，通过烟雾敏感元件检测并发出报警信号的装置。常用的有离子感烟式和光电感烟式，又可分为点型和线型。

2）感温探测器

利用火灾时气温的急骤升高，通过温度敏感元件使探测器动作发出报警信号。按动作原理分有差温式和定温式，按结构分有点型和线型等。

3）感火焰探测器

利用火灾时火焰产生的红外光、紫外光，作用在光敏元件上，从而发出电信号，实现火灾报警。

4）可燃气体探测器

通过可燃气体敏感元件检测出可燃气体的浓度，当达到给定值时，发出报警信号。

（2）输入模块

输入模块将所配接的触点型探测装置（水流指示器、湿式报警阀等）的开关量信号转换成二总线报警控制器能识别的数码信号，提供一个地址码。

（3）手动报警按钮

手动报警按钮是人工确认火灾后，手动输入报警信号的装置。操作方式有手动按碎、手动击打和手动按下等。

（4）火灾自动报警控制器

火灾自动报警控制器在火灾自动报警系统中，为火灾探测器供电，接收探测点火警电信号，以声、光信号发出火灾报警，同时显示及记录火灾发生的部位和时间，并向联动控制器发出联动信号，是整个火灾自动报警系统的指挥中心。

（5）火灾显示盘（重复显示屏）

火灾显示盘设置在每个楼层或消防分区内，用以显示本区域内各探测点的报警和故障情况。在火灾发生时，指示人员疏散方向、火灾所处位置、范围等。

2. 联动控制部分

由一系列控制系统组成，如报警、灭火、防排烟、广播和消防通信等。

（1）联动控制器

联动控制器有多线制控制方式和总线制控制方式，与火灾报警器配合，用于控制各类消防外控设备，实施自动或手动控制。其结构形式有挂壁式、柜式和台式。

（2）控制模块

控制模块是总线制联动控制的执行器件，直接与联动控制器的控制总线或火灾报警控制器的总线连接。火警时，由模块内的触点动作来启动或关闭外控设备，外控设备的状态信号通过控制模块反馈给主机。

例如，当火灾发生后，通过控制模块发出声和光报警信号，开启正压送风和机械排烟系统，使人员安全疏散。

二、灭火系统的类别及功能

（一）水灭火系统

1. 消火栓灭火系统

消火栓灭火系统可分为室外消火栓灭火系统和室内消火栓灭火系统。

（1）室外消火栓灭火系统

由室外消火栓、消防水泵接合器、供水管网和消防水池组成，用作消防车供水或直接接出消防水带及水枪进行灭火。

（2）室内消火栓灭火系统

由消火栓、水带、水枪三个主要部件组成，用以直接接出消防水带及水枪进行灭火，为了在发生火灾时能迅速启动消防泵进行灭火，设有直接启动消防泵的按钮。

2. 自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统由洒水喷头、报警阀组、水流报警装置（水流指示器或压力开关）、末端试水装置、配水管道、供水设施等组成。自动喷水灭火系统可分为闭式喷水灭火系统、雨淋系统、水喷雾灭火系统和自动喷水-泡沫联用系统。

（1）闭式喷水灭火系统

1）湿式系统

湿式系统主要由闭式洒水喷头、水流指示器、管网、湿式报警阀组以及管道和供水设施等组成。该系统仅有湿式报警阀和必要的报警装置。湿式喷水灭火系统管道内充满压力水，火灾时能立即喷水灭火。湿式系统适用于环境温度不低于4℃且不高于70℃的建筑物。湿式报警装置最大工作压力为1.2MPa。

2）干式系统

干式系统的组成与湿式系统的组成基本相同，但报警阀组采用的是干式的。干式系统管网内平时不充水，充入有压气体（或氮气），与报警阀前的供水压力保持平衡，使报警阀处于紧闭状态。当发生火灾时，干式系统的喷水灭火速度不如湿式系统快，系统充水时间不宜大于1min。干式系统为保持气压，需要配套设置补气设施，因而提高了系统造价，比湿式系统投资高。干式喷头应向上安装（干式悬吊型喷头除外）。干式报警装置最大工作压力不超过1.2MPa。干式喷水管网的容积不宜超过1500L，当有排气装置时，不宜超过3000L。

3）干湿式系统

该系统报警是采用干式报警阀和湿式报警阀串联而成，或采用干湿两用报警阀。喷水管网在冬季充满有压气体，而在温暖季节则改为充水，其喷头应向上安装。干湿两用报警

装置最大工作压力不超过 1.6MPa，喷水管网的容积不宜超过 3000L。

4）预作用系统

预作用系统采用预作用报警阀组，由火灾自动报警系统启动。管网中平时不充水，而充以有压或无压的气体，发生火灾时，由感烟（或感温、感光）探测器报警，报警信号延迟 30s 后，自动控制系统打开控制闸门排气，启动预作用阀门向喷水管网充水。当火灾温度继续升高，闭式喷头喷水灭火。

预作用系统比湿式系统和干式系统多了一套自动探测报警控制系统，系统比较复杂、投资较大。一般用于建筑装饰要求较高、不允许有水渍损失、灭火要求及时的建筑和场所。

预作用喷水灭火系统管线的最长距离，按系统充水时间不超过 3min、流速不小于 2m/s 确定。在预作用阀门之后的管道内充有压气体时，压力不宜超过 0.03MPa。

（2）开式系统（雨淋系统）

1）开式系统采用开式洒水喷头，由火灾探测器、雨淋阀、管道和开式洒水喷头组成。发生火灾时，由火灾探测系统自动开启雨淋阀，也可人工开启雨淋阀，由雨淋阀控制其配水管道上所有的开式喷头同时喷水，可以在瞬间喷出大量的水覆盖火区，达到灭火目的。

2）雨淋灭火系统具有出水量大、灭火控制面积大、灭火及时等优点，但水渍损失大于闭式系统。通常用于燃烧猛烈、蔓延迅速的某些严重危险级场所。

（3）水喷雾灭火系统

1）水喷雾灭火系统是利用水雾喷头在较高的水压力作用下，将水流分离成 0.2～2mm 甚至更小的细小水雾滴，喷向保护对象，由于雾滴受热后很容易变成蒸汽，因此水喷雾系统的灭火机理主要是通过表面冷却、窒息、稀释、冲击乳化和覆盖等作用。水喷雾系统的防护目的有灭火和防护冷却两种，例如用于高层民用建筑内的可燃油浸电力变压器、充可燃油的高压电容器和多油开关室等房间。

2）水喷雾灭火系统由水源、供水设备、管道、雨淋阀组、过滤器、水雾喷头和火灾自动探测控制设备等组成。该系统与雨淋系统的区别主要在于喷头的结构和性能不同，扑灭电气火灾，应为离心雾化型水雾喷头。

（4）自动喷水-泡沫联用系统

1）配置有供给泡沫混合液的设备，灭火时既可以喷水又可以喷泡沫。

2）自动喷水-泡沫联用系统主要由消防泵组、供液装置、压力式比例混合器、雨淋阀装置、压力信号发生器、水流指示器、泡沫和水两用喷头、各种阀、管道及附件组成，广泛用于柴油机房、炼油厂、油罐区、加油站、海上采油平台等场所，也用于高危险的厂房或设备，如飞机库、危险品仓库等场所，能迅速扑灭油类（易燃液体）火灾，灭火效率高。

3. 消防水炮灭火系统

（1）消防水炮灭火系统由消防水炮、管路、阀门、消防泵组、动力源和控制装置等组成。

（2）凡按照国家现行有关标准要求应设置自动喷水灭火系统，火灾类别为 A 类，但由于空间高度较高，采用自动喷水灭火系统难以有效探测、扑灭及控制火灾的大空间场

所，宜设置智能消防水炮灭火系统。

（3）智能消防炮灭火系统可分为自动跟踪定位射流灭火系统和扫射式智能消防炮灭火系统。

4. 高压细水雾灭火系统

（1）细水雾灭火系统是指通过细水雾喷头在适宜的工作压力范围内将水分散成细水雾，在发生火灾时向保护对象或空间喷放进行扑灭、抑制或控制火灾，灭火机理主要是通过吸收热量（冷却）、降低氧深度（窒息）、阻隔辐射热等方式达到控火和灭火目的，适用于扑救A类、B类、C类和电气类火灾。与一般水雾相比，细水雾的雾滴直径更小，水量也更小，雾粒直径10～100μm。因此，其灭火有别于水喷雾灭火系统，类似于二氧化碳等气体灭火系统。

（2）高压细水雾系统由供水装置、过滤装置、控制阀、细水雾喷头等组件和供水管道组成。

（3）能自动和人工启动并喷放细水雾进行灭火或控火的固定灭火系统，工作压力大于或等于3.45MPa。

（4）根据供水方式分为泵组系统和瓶组系统，宜选用泵组系统，闭式系统不应采用瓶组系统。

5. 水灭火系统的其他设施

（1）消防水泵接合器

利用消防车通过其接口，向建筑物内消防给水管道送水加压，扑救火灾。例如，高层建筑都要设置消防水泵接合器。

（2）消防水箱

经常保持消防水量和水压要求，满足扑救初期火灾用水量和水压。

（3）气压给水装置

对某些建筑不宜设高位水箱、水塔时，可用气压给水设备代替。

（4）消防水泵

消防水泵应设有备用泵，且流量和扬程不应小于消防泵房内的最大一台工作泵的流量和扬程；应设有两条吸水管，当其中一条检修或损坏时，其余的吸水管应仍能通过100%的用水总量；保证水箱的水用完之前（5～10min），消防泵在5min内启动供水。

（二）气体灭火系统

气体灭火系统是指由气体作为灭火剂的灭火系统。气体灭火系统主要包括管道安装、系统组件安装（喷头、选择阀、储存装置）、二氧化碳称重检验装置等。

1. 七氟丙烷灭火系统

（1）七氟丙烷（HFC-227ea）自动灭火系统是一种高效能的灭火设备，其灭火剂HFC-227ea是一种无色、无味、低毒性、绝缘性好、无二次污染的气体。

（2）七氟丙烷自动灭火系统由储存瓶组、储存瓶组架、液流单向阀、集流管、选择阀、三通、异径三通、弯头、异径弯头、法兰、安全阀、压力信号发送器、管网、喷嘴、药剂、火灾探测器、气体灭火控制器、声光报警器、警铃、放气指示灯、紧急启动/停止按钮等组成。

（3）七氟丙烷灭火装置分为有管网和无管网（柜式）两种。

1）有管网系统又分为内贮压系统和外贮压系统，其主要区别为灭火药剂的传送距离不同，内贮压系统的传送距离一般不超过60m，外贮压系统的传送距离可达220m。

2）无管网系统气体灭火剂储存瓶包装成灭火柜，外形美观，平时放在需要保护的防护区内，在发生火灾时，不需要经过管路，直接就在防护区内喷放灭火，其灭火效能高，灭火速度快、毒性低、对设备无污损，灭火装置性能优良，其控制部分可与消防控制中心相衔接。

2. 二氧化碳灭火系统

二氧化碳灭火系统一般为有管网灭火系统，由储存灭火剂的储存容器和容器阀、应急操作机构、连接软管和止回阀、泄压装置、集流管、固定支架、管道和管道附件、喷嘴、储存启动气源的小钢瓶和电磁瓶头阀、气源管路以及探测、报警、控制器等组成。

（1）按应用方式可分为全淹没灭火系统和局部应用灭火系统。

1）全淹没灭火系统是指在规定的时间内，向防护区喷射一定浓度的二氧化碳，并使其均匀地充满整个防护区的灭火系统，用于扑救封闭空间内的火灾。

2）局部应用灭火系统是指向保护对象以设计喷射率直接喷射二氧化碳，并持续一定时间的灭火系统。

（2）按系统结构可分为有管网系统和无管网系统，管网系统又可分为组合分配系统和单元独立系统。

1）组合分配系统是指用一套二氧化碳储存装置保护两个或两个以上防护区的灭火系统。组合分配系统总的灭火剂储存量按需要灭火剂最大的一个防护区或保护对象确定，当某个防护区发生火灾时，通过选择阀、容器阀等控制，定向释放灭火剂。

2）单元独立系统是用一套灭火储存装置保护一个防护区的灭火系统。一般来说，用单元独立系统保护的防护区在位置上是单独的，离其他防护区较远不便于组合，或是两个防护区相邻，但有同时失火的可能。

（3）按储存容器中的储存压力可分为高压系统和低压系统。

1）高压系统储存压力为5.17MPa，高压储存容器中二氧化碳的温度与储存地点的环境温度有关，容器要能够承受在最高温度时产生的压力。

2）低压系统储存压力为2.07MPa，储存容器内二氧化碳灭火剂温度利用绝缘和制冷手段被控制在18℃。低压二氧化碳灭火系统还应有制冷装置、压力变送器等。

（三）泡沫灭火系统

1. 泡沫灭火系统包括管道安装、阀门安装、法兰安装及泡沫发生器、混合储存装置安装等工程。

2. 泡沫灭火系统适用于对甲、乙、丙类液体可能泄漏场所的初期保护，对初期火灾也能扑救。一般不适合于深度超过25mm厚的水溶性甲、乙、丙类液体。

3. 根据泡沫灭火剂的发泡性能的不同分为低倍数泡沫灭火系统、中倍数泡沫灭火系统和高倍数泡沫灭火系统三类。

（1）低倍数泡沫灭火系统

泡沫发泡倍数在20倍以下称为低倍数泡沫灭火系统。低倍数泡沫灭火系统可以分为固定式泡沫灭火系统、半固定式泡沫灭火系统、移动式泡沫灭火系统和泡沫喷淋灭火系统。

1）固定式泡沫灭火系统主要由固定的泡沫液消防泵、比例混合器、泡沫储罐、泡沫混合液的输送管道及泡沫产生装置等组成，并与给水系统连在一起。

2）半固定式泡沫灭火系统有一部分设备为固定式，可及时启动，即固定的泡沫产生器与部分连接管道；另一部分是不固定的，发生火灾时，进入现场与固定设备组成灭火系统灭火。

3）移动式泡沫灭火系统一般由水源（室外消火栓、消防水池或天然水源）、泡沫消防车、水带、泡沫枪或泡沫钩管和泡沫管架组成。

4）泡沫喷淋灭火系统是将泡沫通过以喷淋或喷雾形式均匀喷洒在物体表面上，达到控制和扑灭火灾的目的，该系统一般由泡沫泵站、泡沫混合液管道、阀门、泡沫喷头及自动报警装置等组成。

（2）中倍数泡沫灭火系统

1）泡沫发泡倍数在20～200之间称为中倍数泡沫灭火系统。中倍数泡沫灭火系统与低倍数泡沫灭火系统相比，具有发泡倍数高、灭火速度快、水头损失小的特点。

2）局部应用式中倍数泡沫灭火系统一般由下列设备组成：固定的泡沫发生器、泡沫混合液泵或水泵及泡沫液泵、比例混合器、水池、泡沫液罐、管道过滤器、阀门、管道及其附件等。

3）移动式中倍数泡沫灭火系统由水罐消防车或者手抬机动泵、比例混合器或泡沫消防车、手提式或车载泡沫发生器、泡沫液桶、水带及其附件等设备所组成。

（3）高倍数泡沫灭火系统

1）泡沫发泡倍数高于200的称为高倍数泡沫灭火系统。高倍数泡沫灭火系统可分为全淹没式灭火系统、局部应用式灭火系统和移动式灭火系统3种类型。

2）高倍数泡沫灭火系统由水泵、泡沫液泵、储水设备、泡沫液储罐、比例混合器、压力开关、管道过滤器、控制箱、泡沫发生器、阀门、导泡筒、管道及其附件等组成。该系统按控制方式可分为自动控制和手动控制两种。

（四）干粉灭火系统

1. 干粉灭火系统是由干粉供应源通过输送管道连接到固定的喷嘴上，通过喷嘴喷放干粉的灭火系统。该系统主要用于扑救易燃、可燃液体，可燃气体和电气设备的火灾。

2. 干粉灭火系统主要由两部分组成，即干粉灭火设备部分和火灾自动探测控制部分。

（1）干粉灭火设备部分由干粉储罐、动力气体容器、容器阀、输气管、过滤器、减压阀、高压阀、输粉管、球形阀、压力表、喷嘴、喷枪、干粉炮等组成。

（2）火灾自动探测控制部分由火灾探测器、启动瓶、启动瓶控制机构、控制管路、报警器、控制盘等组成。

三、防排烟系统组成及功能

1. 防排烟系统是防烟系统和排烟系统的总称。防烟系统采用机械加压送风方式或自然通风方式，防止烟气进入疏散通道的系统；排烟系统采用机械排烟方式或自然通风方式，将烟气排至建筑物外的系统。

2. 机械防排烟系统，都是由送风／排烟管道、管井、防火阀、门开关设备、送风／排烟风机等设备组成。防烟系统设置形成楼梯间正压。机械排烟系统的排烟量与防烟分区有着直接的关系。

四、工业项目的消防系统功能

在电力、石化、冶金、矿山等工业建设项目的消防工程，与民用和公共建筑消防工程有许多共同之处，但也有其特点和要求。

1. 根据工业建筑储存的物料性质、生产操作条件、火灾危险性、建筑物体积等因素，设置不同的消防设施和灭火系统。

（1）火力发电厂容量为 90MV·A 及以上的油浸变压器应设置火灾自动报警系统、水喷雾灭火系统或其他灭火系统；燃气轮发电机组（包括燃气轮机、齿轮箱、发电机和控制间），宜采用全淹没气体灭火系统，并应设置火灾自动报警系统。

（2）钢铁冶金企业单台容量大于等于 40MV·A 非总降压变电所的油浸电力变压器应设置火灾自动报警系统，以及水喷雾、细水雾和气体灭火系统；储存锌粉、碳化钙、低亚硫酸钠等遇水燃烧物品的仓库不得设置室内外消防给水。

（3）石油储备库，地上固定顶储罐、内浮顶储罐和地上卧式储罐应设低倍数泡沫灭火系统或中倍数泡沫灭火系统，以及消防冷却水系统和火灾自动报警系统。

2. 工业项目很多建有消防站，站内消防车的类型和数量与企业的火灾危险性相适应，以满足扑救控制初起火灾的需要。如火电厂单台发电机组容量为 300MW 及以上的，应设置企业消防站，站内应配备不少于两辆消防车，其中一辆为水罐或泡沫消防车，另一辆可为干粉或干粉泡沫联用车。

1H414062 消防工程施工程序及技术要求

一、消防工程施工程序

1. 火灾自动报警及联动控制系统施工程序：施工准备→管线敷设→线缆敷设→线缆连接→绝缘测试→设备安装→单机调试→系统调试→系统检测、验收。

2. 水灭火系统施工程序

（1）消防水泵（或稳压泵）施工程序：施工准备→基础验收复核→泵体安装→吸水管路安装→出水管路安装→单机调试。

（2）消火栓系统施工程序：施工准备→干管安装→立管、支管安装→箱体稳固→附件安装→强度和严密性试验→冲洗→系统调试。

（3）自动喷水灭火系统施工程序：施工准备→干管安装→立管安装→分层干、支管安装→喷洒头支管安装→管道试压→管道冲洗→减压装置安装→报警阀配件及其他组件安装→喷洒头安装→系统通水调试。

（4）消防水炮灭火系统施工程序：施工准备→干管安装→立管安装→分层干、支管安装→管道试压→管道冲洗→消防水炮安装→动力源和控制装置安装→系统调试。

（5）高压细水雾灭火系统施工程序：施工准备→支吊架制作、安装→管道安装→管道冲洗→管道试压→吹扫→喷头安装→控制阀组部件安装→系统调试。

3. 干粉灭火系统施工程序：施工准备→设备和组件安装→管道安装→管道试压→吹扫→系统调试。

4. 泡沫灭火系统施工程序：施工准备→设备和组件安装→管道安装→管道试压→吹扫→系统调试。

5. 气体灭火系统施工程序：施工准备→设备和组件安装→管道安装→管道试压→吹

扫→系统调试。

6. 防排烟系统施工程序：施工准备→支吊架制作、安装→风管制作、安装→风管强度及严密性试验→风机及阀部件安装→防排烟风口安装→单机试运行→系统调试。

二、消防工程施工技术要求

（一）火灾自动报警及消防联动设备的施工技术要求

1. 消防系统的布线要求

（1）火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应采用燃烧性能不低于 B_2 级的耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用燃烧性能不低于 B_2 级的铜芯电线电缆。

（2）火灾自动报警线应单独布线，穿入金属管内或金属线槽中，严禁与动力、照明、交流线、视频线或广播线等穿入同一线管内；系统内不同电压等级、不同电流类别的线路应敷设在不同线管内或同一线槽的不同槽孔内。

2. 火灾探测器的安装要求

（1）火灾探测器至墙壁、梁边的水平距离不应小于 0.5m；探测器周围 0.5m 内不应有遮挡物；探测器至空调送风口边的水平距离不应小于 1.5m；至多孔送风口的水平距离不应小于 0.5m。

（2）在宽度小于 3m 的内走道顶棚上设置探测器时，宜居中布置。感温探测器的安装间距不应超过 10m；感烟探测器的安装间距不应超过 15m。

（3）探测器宜水平安装，当必须倾斜安装时，倾斜角不应大于45°。探测器的确认灯，应面向便于人员观察的主要入口方向。

（4）探测器的底座应固定牢靠，其导线连接必须可靠压接或焊接。探测器的“+”线应为红色线，“−”线应为蓝色线，其余的线应根据不同用途采用其他颜色区分。但同一工程中相同用途的导线颜色应一致。

（5）缆式线型感温火灾探测器在电缆桥架、变压器等设备上安装时，宜采用接触式布置；在各种皮带输送装置上敷设时，宜敷设在装置的过热点附近。

（6）可燃气体探测器安装时，安装位置应根据探测气体密度确定。

（7）剩余电流式电气火灾监控探测器负载侧的中性线不应与其他回路共用，且不应重复接地。

3. 手动火灾报警按钮

手动火灾报警按钮应安装在明显和便于操作的部位。当安装在墙上时，其底边距地（楼）面高度宜为 1.3～1.5m。

4. 输入（或控制）模块安装

同一报警区域内的模块宜集中安装在金属箱内，不应安装在配电柜、箱或控制柜、箱内。模块（或金属箱）应独立支撑或固定，安装牢固，并应采取防潮、防腐蚀等措施。

5. 控制设备的安装要求

（1）火灾报警控制器、消防联动控制器等设备在墙上安装时，其底边距地（楼）面高度宜为 1.3～1.5m，其靠近门轴的侧面距墙不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m；落地安装时，其底边宜高出地（楼）面 0.1～0.2m。

（2）控制器的主电源应直接与消防电源连接，严禁使用电源插头。控制器与其外接备

用电源之间应直接连接。

6. 消防广播和警报装置安装要求

（1）消防广播扬声器和警报装置宜在报警区域内均匀安装。

（2）警报装置应安装在楼梯口、消防电梯前室、建筑内部拐角等处的明显部位，距地面 1.8m 以上。

（3）警报装置与消防应急疏散指示标志不宜在同一面墙上，安装在同一面墙上时，距离应大于 1m。

7. 火灾自动报警系统的调试要求

（1）火灾自动报警系统的调试应在建筑内部装修和系统施工结束后进行。调试前应按设计要求查验设备的规格、型号、数量、备品备件等。

（2）火灾自动报警系统调试，应先分别对探测器、区域报警控制器、集中报警控制器、火灾报警装置和消防控制设备等逐个进行单机检测，正常后方可进行系统调试。系统的调试包括：火灾报警控制器及其现场部件调试；家用火灾安全系统调试；消防联动控制器及其现场部件调试；消防专用电话系统调试；可燃气体探测报警系统调试；各类火灾探测器的调试；电气火灾监控系统调试；消防设备电源监控系统调试；消防设备应急电源调试；消防控制室图形显示装置和传输设备调试；火灾警报、消防应急广播系统调试；防火卷帘系统调试；防火门监控系统调试；气体、干粉灭火系统调试；自动喷水灭火系统调试；消火栓系统调试；防排烟系统调试；消防应急照明和疏散指示系统控制调试；电梯、非消防电源等相关系统联运控制调试；系统整体联运控制功能调试。

（二）水灭火系统施工技术要求

1. 消火栓系统施工要求

（1）室内消火栓系统

1）管径小于 100mm 的镀锌钢管宜采用螺纹连接，套丝扣时破坏的镀锌层表面及外露螺纹部分应做防腐处理；管径大于或等于 100mm 的镀锌钢管应采用法兰或沟槽式专用管件连接，镀锌钢管与法兰的焊接处应二次镀锌。

2）消火栓的栓口朝外，栓口中心距地面应为 1.1m；并不应安装在门轴侧。

3）室内消火栓安装完成后，应取屋顶层（或水箱间内）试验消火栓和首层取两处消火栓做试射试验，达到设计要求为合格。

（2）室外消火栓灭火系统

1）墙壁水泵接合器的安装应符合设计要求。设计无要求时，其安装高度距地面宜为 0.7m；与墙面上的门、窗、孔、洞的净距离不应小于 2.0m，且不应安装在玻璃幕墙下方。

2）室外水泵接合器应设置永久性标志铭牌，并应标明供水系统、供水范围和额定压力。

（3）管道水压强度试验压力应符合表 1H414062 的规定。

管道水压强度试验压力　　表 1H414062

管材类型	系统工作压力 P（MPa）	试验压力 P（MPa）
钢管	≤ 1.0	1.5P，且不应小于 1.4
	＞ 1.0	P + 0.4

续表

管材类型	系统工作压力 P（MPa）	试验压力 P（MPa）
球墨铸铁管	≤ 0.5	2P
	＞ 0.5	P + 0.5
钢丝网骨架塑料管	P	1.5P，且不应小于 0.8

（4）消火栓系统的调试应包括：水源调试和测试；消防水泵调试；稳压泵或稳压设施调试；减压阀调试；消火栓调试；自动控制探测器调试；干式消火栓系统的报警阀等快速启闭装置调试，并应包含报警阀的附件电动或电磁阀等阀门的调试；排水设施调试；联锁控制试验。

2. 自动喷水灭火系统安装要求

（1）自动喷水灭火系统的管道横向安装宜设 2‰～5‰ 的坡度，且应坡向排水管；当局部区域难以利用排水管将水排净时，应采取相应的排水措施。

（2）消防水泵

水泵的出口管上应安装止回阀、控制阀和压力表，或安装控制阀、多功能水泵控制阀和压力表；系统的总出水管上还应安装压力表和泄压阀。

（3）消防气压给水设备

气压罐的容积、气压、水位及工作压力应满足设计要求；给水设备安装位置、进出水管方向应符合设计要求；出水管上应设止回阀，安装时其四周应设检修通道。

（4）报警阀

1）报警阀的安装应在供水管网试压、冲洗合格后进行。

2）安装时先安装水源控制阀、报警阀，然后进行报警阀辅助管道的连接。

3）水源控制阀、报警阀与配水干管的连接应使水流方向一致。

（5）末端试水装置

每个报警阀组的供水管网最不利点洒水喷头处均设置末端试水装置，其他防火分区、楼层均设置 DN25 的试水阀。末端试水装置应安装相应的压力表和有组织排水设施。

（6）自动喷水灭火系统的调试应包括：水源测试；消防水泵调试；稳压泵调试；报警阀调试；排水设施调试；联动试验。

3. 固定消防炮灭火系统施工完毕后，应做喷射功能调试

4. 高压细水雾灭火系统施工要求

（1）储水瓶组、储气瓶组安装、固定和支撑应稳固，压力表应朝向操作面，安装高度和方向应一致。

（2）当系统采用柱塞泵时，泵组安装后应充装润滑油并检查油位。

（3）系统中过滤器的材质应为不锈钢、铜合金等耐腐蚀的金属材料；过滤器的网孔孔径不应大于喷头最小喷孔孔径的 80%。

（4）喷头安装应在管道试压、吹扫合格后进行。喷头与管道的连接宜采用端面密封或 O 型圈密封，不应采用聚四氟乙烯、麻丝、粘结剂等密封材料。

（三）气体灭火系统施工技术要求

1. 灭火剂储存装置

灭火剂储存装置上压力计、液位计、称重显示装置的安装位置应便于观察和操作。灭火剂储存装置安装后，泄压装置的泄压方向不应朝向操作面。低压二氧化碳灭火系统的安全阀应通过专用的泄压管接到室外。

2. 选择阀

选择阀的安装高度超过 1.7m 时应采取便于操作的措施。选择阀的流向指示箭头应指向介质流动方向。

3. 灭火剂输送管道

管道安装完成后，应进行强度试验和气压严密性试验，并达到合格。

4. 喷嘴

安装在吊顶下的不带装饰罩的喷嘴，其连接管道管端螺纹不应露出吊顶；安装在吊顶下的带装饰罩的喷嘴，其装饰罩应紧贴吊顶。

5. 气体灭火系统的调试项目应包括模拟启动试验、模拟喷气试验和模拟切换操作试验。

（四）泡沫灭火系统施工技术要求

1. 泡沫液储罐

泡沫液储罐的安装位置和高度应符合设计要求，当设计无规定时，泡沫液储罐周围应留有满足检修需要的通道，其宽度不宜小于 0.7m。

2. 泡沫比例混合器（装置）

（1）平衡式比例混合器安装时，应竖直安装在压力水的水平管道上，并应在水和泡沫液进口的水平管道上分别安装压力表，且与平衡式比例混合装置进口处的距离不宜大于 0.3m。分体平衡式比例混合装置的平衡压力流量控制阀应竖直安装。

（2）管线式比例混合器应安装在压力水的水平管道上或串接在消防水带上，并应靠近储罐或防护区，其吸液口与泡沫液储罐或泡沫液桶最低液位的高度不得大于 1.0m。

3. 管道安装

（1）水平管道安装时，坡度、坡向应符合设计要求，且坡度不应小于设计值，当出现 U 形管时应有放空措施。

（2）管道安装完毕应进行水压试验，试验压力为设计压力的 1.5 倍；试验前应将泡沫产生装置、泡沫比例混合器（装置）隔离。

4. 泡沫消火栓

（1）地上式泡沫消火栓应垂直安装，其大口径出液口应朝向消防车道。

（2）地下式泡沫消火栓应安装在消火栓井内泡沫混合液管道上，并应有永久性明显标志，其顶部与井盖底面的距离不得大于 0.4m，且不小于井盖半径。

（3）室内泡沫消火栓的栓口方向宜向下或与设置泡沫消火栓的墙面成 90°。

5. 泡沫灭火系统的调试包括：动力源和备用动力的切换试验；水源的测试；消防泵和稳压设备的试验；泡沫比例混合装置的调试；泡沫产生装置的调试；报警阀的调试；泡沫消火栓的冷喷试验；泡沫灭火系统的喷水和喷泡沫试验等。

（五）干粉灭火系统施工技术要求

1. 在电缆隧道，将灭火装置安装在顶部，喷口朝下或通过带有角度调整功能的支架，使喷口朝向一侧的电缆桥架。

2. 在货架式储物仓库，将灭火装置安装在每层货架顶部，喷口朝下或通过带有角度调整功能的支架安装在仓库的顶部，使喷口朝向货架各层。

3. 在机电设备间，将灭火装置安装在机电设备间的顶部，喷口朝下或通过带有角度调整功能的支架，使喷口朝向机电设备的各个表面。

4. 干粉灭火装置的联动控制组件应进行模拟启动试验，包括自动模拟启动和手动模拟启动试验。

（六）防排烟系统施工技术要求

1. 防排烟风管采用镀锌钢板时，板材最小厚度应符合设计要求，当板材厚度设计无要求时，可按照《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017 的要求选定。

2. 有耐火极限要求的风管的本体、框架与固定材料、密封垫料必须为不燃材料，其耐火极限时间应符合设计要求，材料进场时应检查其燃烧性能检测报告。

3. 防排烟风管的耐火极限应达到设计要求，如未设置在独立管井内的竖向、未设置在吊顶内的水平机械加压送风管的耐火极限不应低于 1.00h，吊顶内水平设置的机械加压送风管的耐火极限不应低于 0.50h，吊顶内水平设置、设置在设备用房和汽车库的排烟管道耐火极限不应低于 0.50h，设置在走道部位吊顶内以及穿越防火分区的排烟管道耐火极限不应低于 1.00h。当防排烟风管采用防火风管或镀锌钢板风管包覆岩棉＋防火板等技术措施，相关材料应提供燃烧性能检测报告。

4. 排烟风管法兰垫片应为不燃材料，垫片厚度不应小于 3mm。

5. 防排烟系统的柔性短管、密封垫料的制作材料必须为不燃材料，材料进场时应核验其燃烧性能检测报告。

6. 防排烟风道、事故通风风道的支架应具有足够的刚度和强度，如设计采用抗震支、吊架。

7. 排烟防火阀的安装方向、位置应正确。排烟防火阀应顺气流方向关闭。防火分区隔墙两侧的防火阀，距墙表面不应大于 200mm。排烟防火阀应设独立的支、吊架。

8. 排烟阀（口）及手控装置（包括预埋套管）的位置应符合设计要求；设计无要求时，排烟口距可燃物或可燃构件的距离不应小于 1.5m，手控装置应固定安装在明显可见、距楼地面 1.3～1.5m 之间便于操作的位置，预埋套管不得有瘪陷。

9. 防排烟风机应设在混凝土或钢架基础上，且不应设置减振装置；若排烟系统与通风空调系统共用且需要设置减振装置时，不应使用橡胶减振装置。

10. 防排烟风机与风管的连接宜采用法兰连接，当风机仅用于防、排烟时，不宜采用柔性连接；若防、排烟与排风或补风系统兼用时，风机与风管应采用不燃材料的柔性短管连接。

11. 风管系统安装完成后，应进行严密性检验；防排烟风管的允许漏风量应按中压系统风管确定。

12. 防排烟系统调试应包括设备单机调试和系统联动调试，主要调试内容包括：排烟防火阀的调试，常闭送风口、排烟阀或排烟口的调试，活动挡烟垂壁的调试，自动排烟窗的调试，送风机、排烟风机的调试，机械加压系统风速及余压的调试，机械排烟系统风速和风量的调试，以及机械加压送风系统、机械排烟系统、自动排烟窗和活动挡烟垂壁的联动调试等。

1H414063 消防工程验收的规定与程序

一、消防工程验收的规定

1. 依据《中华人民共和国消防法》（2021 年 4 月 29 日版）和《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》，县级以上地方人民政府住房和城乡建设主管部门对本行政区域内建设工程实施消防设计审查、消防验收、备案以及备案抽查管理。

2. 具有下列情形之一的特殊建设工程，建设单位应当向本行政区域内地方人民政府住房和城乡建设主管部门申请消防设计审查，并在建设工程竣工后向消防设计审查验收主管部门申请消防验收。

（1）建筑总面积大于 2 万 m^2 的体育场馆、会堂，公共展览馆、博物馆的展示厅。

（2）建筑总面积大于 1.5 万 m^2 的民用机场航站楼、客运车站候车室、客运码头候船厅。

（3）建筑总面积大于 1 万 m^2 的宾馆、饭店、商场、市场。

（4）建筑总面积大于 2500m^2 的影剧院，公共图书馆的阅览室，营业性室内健身、休闲场馆，医院的门诊楼，大学的教学楼、图书馆、食堂，劳动密集型企业的生产加工车间，寺庙、教堂。

（5）建筑总面积大于 1000m^2 的托儿所、幼儿园的儿童用房，儿童游乐厅等室内儿童活动场所，养老院、福利院，医院、疗养院的病房楼，中小学校的教学楼、图书馆、食堂，学校的集体宿舍，劳动密集型企业的员工集体宿舍。

（6）建筑总面积大于 500m^2 的歌舞厅、录像厅、放映厅、卡拉 OK 厅、夜总会、游艺厅、桑拿浴室、网吧、酒吧，具有娱乐功能的餐馆、茶馆、咖啡厅。

（7）国家工程建设消防技术标准规定的一类高层住宅建筑。

（8）城市轨道交通、隧道工程，大型发电、变配电工程。

（9）生产、储存、装卸易燃易爆危险物品的工厂、仓库和专用车站、码头，易燃易爆气体和液体的充装站、供应站、调压站。

（10）国家机关办公楼、电力调度楼、电信楼、邮政楼、防灾指挥调度楼、广播电视楼、档案楼。

（11）单体建筑面积大于 4 万 m^2 或者建筑高度超过 50m 的公共建筑。

3. 除上述以外的其他建设工程，实行消防验收备案、抽查管理制度。

4. 依法应当经消防设计审查、消防验收的建设工程，未经审查或者审查不合格的，不得组织施工；未经消防验收或者消防验收不合格的，禁止投入使用；其他建设工程经依法抽查不合格的，应当停止使用。

二、特殊建设工程消防验收所需资料及条件

1. 特殊建设工程消防验收所需资料

（1）消防验收申报表；

（2）工程竣工验收报告；

（3）涉及消防的建设工程竣工图纸。

2. 特殊建设工程消防验收的条件

（1）完成工程消防设计和合同约定的消防各项内容。

（2）有完整的工程消防技术档案和施工管理资料（含涉及消防的建筑材料、建筑构配件和设备的进场试验报告）。

（3）建设单位对工程涉及消防的各分部分项工程验收合格；施工、设计、工程监理、技术服务等单位确认工程消防质量符合有关标准。

（4）消防设施性能、系统功能联调联试等内容检测合格。

三、特殊建设工程消防验收的组织及程序

1. 消防验收的组织形式

特殊建设工程消防验收由国务院住房和城乡建设主管部门负责指导监督实施。

县级以上消防设计审查验收主管部门承担本行政区域内特殊建设工程的消防验收。跨行政区域特殊建设工程的消防验收工作，由该建设工程所在行政区域消防设计审查验收主管部门共同的上一级主管部门指定负责。

2. 消防验收程序

验收程序通常为验收受理、现场评定和出具消防验收意见等阶段。

（1）验收受理。由建设单位组织填写“消防验收申请表”，向消防设计审查验收主管部门提出申请，并提供有关书面资料，资料应真实有效，符合申报要求。

（2）现场评定。消防设计审查验收主管部门受理消防验收申请后，对特殊建设工程进行现场评定。现场评定包括对建筑物防（灭）火设施的外观进行现场抽样查看；通过专业仪器设备对涉及距离、高度、宽度、长度、面积、厚度等可测量的指标进行现场抽样测量；对消防设施的功能进行抽样测试、联调联试消防设施的系统功能等内容。

（3）出具消防验收意见。现场评定结束后，消防设计审查验收主管部门依据消防验收有关评定规则，给出验收结论，并形成《建筑工程消防验收意见书》。实行规划、土地、消防、人防、档案等事项联合验收的建设工程，消防验收意见由地方人民政府指定的部门统一出具。

3. 消防验收的时限

消防设计审查验收主管部门自受理消防验收申请之日起 15 日内组织消防验收，并在现场评定检查合格后签发《建筑工程消防验收意见书》。

4. 施工过程中的消防验收

（1）隐蔽工程消防验收

消防工程施工中的部分工程实体将被隐蔽起来，在整个工程建成后，其很难被检查和验收的，这部分消防工程要在被隐蔽前进行消防验收，称为隐蔽工程消防验收。

（2）粗装修消防验收

消防工程的主要设施已安装调试完毕，仅留下室内精装修时，称为粗装修消防验收。粗装修消防验收属于消防设施的功能性验收。验收合格后，尚不具备投入使用的条件。

（3）精装修消防验收

房屋建筑全面竣工，消防工程已按设计图纸全部安装完成并准备投入使用前的消防验收，称为精装修消防验收。验收合格后，房屋建筑具备投入使用条件。

5. 局部消防验收

对于大型特殊建设工程需要局部投入使用的部分，根据建设单位的申请，可实施局部建设工程消防验收。

四、其他建设工程的消防验收备案与抽查

1. 其他建设工程，建设单位应当在工程竣工验收合格之日起5个工作日内，报消防设计审查验收主管部门消防验收备案。建设单位办理备案，应当提交下列材料：

（1）消防验收备案表；

（2）工程竣工验收报告；

（3）涉及消防的建设工程竣工图纸。

2. 消防设计审查验收主管部门对备案的其他建设工程实行抽查管理。抽查工作推行“双随机、一公开”制度，随机抽取检查对象，随机选派检查人员；抽取比例由省、自治区、直辖市人民政府住房和城乡建设主管部门向社会公示，抽查结果向社会公示。

3. 其他建设工程经依法抽查不合格的，应当停止使用。



1H420000
扫一扫
看本章精讲课
配套章节自测

1H420000 机电工程项目施工管理

1H420010 机电工程项目管理的程序及任务

1H420011 机电工程项目的类型及建设程序

一、机电工程建设项目的类型

（一）机电工程项目范围

机电工程项目范围指按照总体设计进行建设的工程项目。

1. 在厂界或建筑物之内总图布置上表示的所有拟建工程；

2. 与厂界或建筑物或与各协作点相连的所有相关工程；

3. 与生产或运营相配套的生活区内的一切工程；

4. 某些项目（如长输管道工程、输配电工程）则以干线为主，辅以各类站点，干线施工完成后，依法设置保护区，有明显警示标识，而无厂界。

（二）机电工程建设项目组成

机电工程建设项目一般由下述各项中的一个或几个工程组成。

1. 工艺装置或单元，可能是一套或多套。

2. 公用工程，包括室内外工艺管网、给水管网、排水管网、供热系统管网、通风与空调系统管网；变配电所及其布线系统；通信系统及其线网。

3. 辅助设施，包括空压站、制冷站、换热站、供氧站、乙炔站、供气站等各类动力站；化验室、废渣堆埋场、废水处理回收用装置和维修车间等。

4. 按总图布置标示的工程有大门、警卫室、围墙、运输通道、绿化等。

5. 仓储设施，包括仓库、各类储罐和装卸台等。

6. 消防系统，包括各类消防管网和消防设备站以及火灾报警系统。

7. 生活办公设施，含办公楼及宿舍区。

8. 相关工程，包括引入的电力线路、给水总管、热力总管、排水总管、污水总管，以及专用铁路、通信干线、公路等。

（三）机电工程建设项目专业组成

每个具体项目依据项目性质由以下几种专业工程联合组成：

1. 土建工程、给水排水工程、建筑电气工程、供暖与通风空调工程、建筑智能化工程、消防工程、电梯工程、地下工程等。

2. 设备基础工程、设备安装工程、管道工程、电气工程、自动化仪表工程、金属结构工程、防腐工程、绝热工程、炉窑砌筑工程、通信工程、环保工程、新能源利用工程及其他。

（四）机电工程建设项目的分类

1. 以项目建设的性质划分

（1）新建项目。指地块上原来没有的新开工建设的项目。

（2）扩建项目。指为扩大生产或服务，在不改变原有功能的前提下而兴建的工程。

（3）改建项目。指由于技术进步、工艺更新、淘汰落后设备装置、提高产品或服务质量，或为改变功能而兴建的工程。

（4）复建项目。指恢复应有的生产能力或服务的工程。

（5）迁建项目。指将原有单位迁移至异地进行生产或服务，并不改变功能而兴建的工程。如迁至异地无此项目，则应对迁出地视为迁建项目，而对迁入地视为新建项目。

2. 以项目建设规模划分

（1）按投资额的大小、产品的年生产量、在经济发展中的重要程度、项目所在地域的情况，可将工程项目划分为大型、中型、小型。

（2）大型、中型、小型的划分是由国家主管部门制定标准而颁行的，这个标准是会随着经济的发展而修订更迭。

二、机电工程项目的建设程序

项目建设程序是指从立项开始、建成投入生产或使用为止的全过程中有相互依赖关系的前后依次的各个工作环节。

（一）项目可行性研究

可行性研究是项目建议书批准后开展的一项重要决策准备工作，是对拟建项目技术和经济的可行性分析和论证，为项目投资决策提供依据。

1. 初步可行性研究的主要目的

初步可行性研究又称预可行性研究，是判断项目是否有生命力，是否值得投入更多的人力、财力进行可行性研究，据此做出是否投资的初步决定。从技术、财务、经济、环境和社会影响评价等方面，对项目是否可行做出初步判断。

2. 可行性研究的主要内容

包括项目建设的必要性、市场分析、资源利用率分析、建设方案、投资估算、财务分析、经济分析、环境影响评价、社会评价、风险分析与不确定性分析等，有些机电工程项目应对环境评价做短期、中期、长期的综合评价。

3. 可行性研究工作的要求

（1）可行性研究是在初步可行性研究判断认为应该继续深入全面进行研究后实施。

（2）可行性研究工作完成后，要总结归纳形成有明确结论的可行性研究报告。

（二）机电工程项目承包模式

1. BT（Build-Transfer）即建设－移交融资模式

（1）BT模式是基础设施项目建设领域中采用的一种投资建设模式，指根据项目发起人通过与投资者签订合同，由投资者负责项目的融资、建设，并在规定时限内将竣工后的项目移交项目发起人，项目发起人根据事先签订的回购协议分期向投资者支付项目总投资及确定的回报。

（2）BT投资是BOT的一种变换形式，政府通过特许协议，引入国外资金或民间资金进行专属于政府的基础设施建设，基础设施建设完工后，该项目设施的有关权利按协议由政府赎回。通俗地说，BT投资也是一种“交钥匙工程”，社会投资人投资、建设，建设完成以后“交钥匙”，政府再回购，回购时考虑投资人的合理收益。标准意义的BOT项

目较多，但类似 BOT 项目的 BT 却并不多见。

2. TOT（Transfer-Operate-Transfer）即转让－经营－转让模式

（1）通过出售现有资产以获得增量资金进行新建项目融资的一种新型融资方式，在这种模式下，首先私营企业用私人资本或资金购买某项资产的全部或部分产权或经营权，然后，购买者对项目进行开发和建设，在约定的时间内通过对项目经营收回全部投资并取得合理的回报，特许期结束后，将所得到的产权或经营权无偿移交给原所有人。

（2）TOT 使项目公司从 BOT 特许期一开始就有收入，未来稳定的现金流入使 BOT 项目公司的融资变得较为容易。

3. TBT（Transfer-Build-Transfer）即转让－建设－转让模式

（1）将 TOT 与 BOT 融资方式组合起来，以 BOT 为主的一种融资模式。在 TBT 模式中，TOT 的实施是辅助性的，采用它主要是为了促成 BOT。

（2）TBT 的实施过程如下：政府通过招标将已经运营一段时间的项目和未来若干年的经营权无偿转让给投资人；投资人负责组建项目公司去建设和经营待建项目；项目建成开始经营后，政府从 BOT 项目公司获得与项目经营权等值的收益；按照 TOT 和 BOT 协议，投资人相继将项目经营权归还给政府。实质上，是政府将一个已建项目和一个待建项目打包处理，获得一个逐年增加的协议收入（来自待建项目），最终收回待建项目的所有权益。

4. DB 和 EPC（设计、采购、施工总承包）。两者的唯一本质区别是风险分配方式不同，DB 是把风险在发包人和承包人之间均衡分配，责权利对等；EPC 是把大多数风险不均衡地分配给承包人，但要付出高额费用。管理咨询和管理承包的唯一本质区别就是是否包含风险，管理咨询没有风险，所以只收取咨询费，无须直接管控施工方，因此不需和施工方有直接合同关系；管理承包有风险，所以按目标和比例收取费用，承担损失，因此必须加强施工方的管控，需要和施工方建立直接合同关系，管理承包方总承包的是“管理目标”，而不是“工程或施工”，故可以将全部施工任务“分包”，也可以理解为“发包”全部施工任务。

（三）项目实施阶段

可行性研究报告经审查批准后，一般不允许作变动，项目建设进入实施阶段。实施阶段的主要工作包括勘察设计、建设准备、项目施工、竣工验收投入使用四个程序。

1. 勘察设计

（1）勘察设计是组织施工的重要依据，要按照批准的可行性研究报告的内容进行勘察设计，并编制相应的设计文件。

（2）一般项目设计，按初步设计和施工图设计两个阶段进行，对技术比较复杂、无同类型项目设计经验可借鉴时，则在初步设计之后增加技术设计，通过后才能进行施工图设计。

（3）大型机电工程项目设计，为做好建设的总体部署，在初步设计前，应进行总体设计，应满足初步设计展开的需要，满足主要大型设备、大宗材料的预安排和土地征用的需要。

（4）施工图设计应当满足设备材料的采购、非标准设备的制作、施工图预算的编制和施工安装等的需要。

（5）所有设计文件除原勘察设计单位外，与建设相关各方均无权进行修改变更，发现确需要修改的，应征得原勘察设计单位同意，并出具相应书面文件。

（6）有些项目为了进一步优化施工图设计，在招标施工单位时，要求投标单位能进行深化设计作为对施工设计的补充，深化设计的设计文件，也要由原设计单位审查确认或批准。

2. 建设准备

（1）申报建设计划，依据项目规模大小、投资来源实行不同的计划审批，经批准的年度计划是办理拨款或贷款的依据。

（2）列入年度计划的资金到位后可开展各项具体准备工作，包括征地拆迁，场地平整，通水、通电、通路，完善施工图纸，施工招标投标，签订工程承包合同，设备材料订货，办理施工许可，告知质量安全监督机构等。

（3）制订项目建设总体框架控制进度计划，其内容应包含项目投入使用或生产的安排。

3. 项目施工

该阶段是按工程施工设计而形成工程实体的关键程序，需要在较长时间内耗费大量的资源但却不产生直接的投资效益，因此管理的重点是进度、质量、安全，从而降低工程建设的投资或成本。最终要通过试运行或试生产全面检验设计的正确性、设备材料制造的可靠性、施工安装的符合性、生产或营运管理的有效性，进入机电工程项目建设竣工验收阶段。

4. 竣工验收

（1）机电工程项目建设竣工后，必须按国家规定的法规办理竣工验收手续，竣工验收通过后机电工程建设项目可以交付使用，所有的投资转为该项目的固定资产，从而开始提取折旧。

（2）竣工验收要做好各类相关资料的整理工作，并编制项目建设决算，按规定向建设档案管理部门移交工程建设档案。

（3）建设工程文件是在工程建设过程中形成的各种形式的信息记录，包括工程准备阶段文件、监理文件、施工文件、竣工图和竣工验收文件。建设工程项目实行总承包的，各分包单位应将本单位形成的工程文件整理、立卷后及时移交总包单位，总包单位负责收集、汇总各分包单位形成的工程档案，并应及时向建设单位移交。建设单位在工程竣工验收后3个月内，将列入建设档案管理部门（城建档案馆）接收范围的工程移交一套符合规定的工程档案。

（4）建设单位在组织工程竣工验收前，应提请当地的建设档案管理部门（城建档案管理机构）对工程档案进行预验收；未取得工程档案验收认可文件，不得组织工程竣工验收。

（5）工程档案重点验收内容应符合规定。

（6）大中型机电工程项目的竣工验收应当分预验收和最终验收的两个步骤进行；小型项目可以一次性进行竣工验收。

（7）竣工验收后，建设总承包单位按总承包合同条款约定，实行保修服务。

三、机电工程项目的建设特征

1. 建设活动包含各个阶段，专业面广

机电工程建设活动包含了项目设计、采购、安装、调试、试运行、竣工验收等各个阶段。由于机电工程涵盖的行业多，学科跨度大，涉及的专业面广、专业工程多，技术复杂。

2. 设备制造的继续

由于大型设备受到运输道路和起重能力的限制，不能在工厂组合成一个整体设备出厂，需以部件形式运到现场经组合安装后成为有独立功能的单体设备。

例如：电站锅炉、造纸机、大型储罐、液化气低温双层罐、电梯和各类远程输送机械等。

3. 模块化装配式施工，BIM 技术的应用

（1）现代制造技术要求，能在工厂内完成的工作，尽量在工厂内完成，以减少现场的施工工作量，于是模块法制作安装应运而生。只要按工艺要求连通输入和输出接口，接通电源和自控仪表的信息回路，就可投入试运行。

（2）建筑安装工程中，各类管路、管线和设备安装及非标准金属结构制作安装应用 BIM 技术，施工现场测量与工厂化制作的结合使安装方便、正确，保证了工程质量和安全，降低了施工成本，提高了施工效率。

4. 长途沿线施工作业

长距离的输水、输油、输气管路和输电线路（如架空线路和电缆线路），还有途中的各类站点。

四、机电工程的项目特点

1. 机电工程的项目是系统工程

机电工程是按照一定的工艺和方法，将不同规格、型号、性能、材质的设备、管路和管线有机组合起来，满足使用功能或发挥生产效能的工程，涵盖了各类工业和民用、公用的机电工程。其活动包含了设计、采购、安装、调试、运行和竣工验收各个阶段。

管路是不同型号、规格、材质、介质、压力、温度的管道与管件等组合形成的系统。

线路是不同型号、规格、材质的电线电缆与组件等组合形成的系统。

设备是各类机械设备、电气设备、自动化控制仪表和智能化设备等。

2. 机电工程专业的范围广、工程技术含量高、技术知识更新快

（1）机电工程的范围广

机电工程包括机械、电力、冶金、矿业、建筑、建材、石油、化工、石化等各类工业和民用、公用建筑的机电工程；涵盖了机械设备工程、动力工程、管道工程、电气工程、自动化仪表工程、建筑智能化工程、通风空调与洁净工程、消防工程、电梯工程、金属结构设备制作与安装工程、防腐与绝热工程和炉窑砌筑工程等多个专业工程。

（2）工程技术含量高

机电工程项目涉及的学科和专业门类多，需要信息技术与制造技术深度融合的数字化、网络化和智能化制造，由于施工对象的多样化，涵盖了不同学科和专业领域，需配置各类专业技术和管理人才，用各类专业技术知识去解决施工的相关问题。

（3）技术知识更新快

机电工程向高、大、精、尖、特发展。超高、超大、超重、大跨度、长距离、大口径、高压力等具有国际先进水平的特大型战略工程，显示了机电工程的技术水平和创新能力。由于科技创新加快，使工程设备更新加快，智能化程度提高，导致施工管理人员和作业人员要不断更新技术知识和作业技能。

3. 机电工程需工业化建造

应用BIM技术、虚拟建造技术、高精度自动测量控制技术、施工现场远程监控管理及工程远程验收技术、工程量自动计算技术、工程项目管理信息化实施集成应用及基础信息规范分类编码技术、建设工程资源计划管理技术、项目多方协同管理信息化技术，充分利用和整合优势资源，提高建造质量、确保施工安全，降低工程成本、缩短施工工期，把安装行业的施工管理提高到一个新的高度。

4. 机电工程应推广运用“四新”技术和节能环保及绿色施工技术

随着工程中推广应用的新设备、新材料日益增多，促使施工工艺不断更新。反映当今时代特色、最先进、高水平的应用前沿技术，具有专业配套、功能齐全、系统复杂、功能全面的高效低排、综合性建筑和绿色建筑的超高层建筑机电系统不断出现。

5. 机电工程需利用信息技术手段进行数字化信息化管理

推行建筑信息模型、云计算、大数据、物联网先进技术的建设和应用，切实提高项目信息化管理的效率和效益，提升项目管理的水平和能力。

（1）充分利用和整合优势资源，积极推广应用BIM技术、仿真技术、优化技术、虚拟建造技术。

（2）采用高精度自动测量控制技术、现场施工管理信息技术、项目成本分析与控制信息技术、云计算的电子商务采购技术、项目多方协同管理技术、项目动态管理信息技术、工程总承包项目物资全过程监管技术、劳务管理信息技术、建筑垃圾监管技术、智能化的装配式建筑产品生产与施工管理信息技术。

6. 机电工程项目需动态试运行测评

（1）机电工程项目设计多样性、工程运行危险性、环境条件苛刻性，大部分是动态运行，有高温、高压、易燃和易爆的特点，工程实体要能经受这些危险因素的考验。因此，机电工程只有在负荷试运行或联合试运行中经过实体考验，满足设计的功能、质量及使用要求，才能判断其施工质量是否合格。

（2）在工业机电工程中，要验证项目是否符合生产工艺的要求，且以产品的质量和数量是否满足工艺设计要求为主要的验收指标。

（3）在民用机电工程中，要验证项目是否满足建筑物设计的功能和使用要求。

7. 机电工程的项目需正常有效运行

机电工程项目在竣工验收过程中，要对业主的维护修理人员进行培训。竣工验收后，还要对整个机电工程（设备、管道、电气、通风空调等）在保修期限内进行维护保养服务，以保障工程能正常有效运行。

五、机电工程建造师执业工程的关联行业和工程范围

1. 机电工程建造师执业工程的行业范围

（1）装备制造业。主要是各类机械、电工、电子装备及汽车制造业等。

（2）冶金、矿山及建材行业。主要是黑色冶金、有色冶金、稀有金属冶炼、放射性材料提炼、水泥、玻璃、建材制品等。

（3）石油、化工及石化行业。主要是陆上或海上油气田建设、成品油提炼、油气长途输送、城镇燃气管网、油气储库、人造化学纤维、塑料、重化工（三酸三碱）、农药、精细化工、制药等。

（4）电力行业。主要是火电、水电、核电、风电、地热发电和太阳能及新能源发电和输配电等。

（5）轻纺行业。主要是纺织、造纸、制革、烟草、酿造、食品等。

（6）建筑行业。主要是工业厂房、公用建筑、住宅小区、村镇建筑和农居等。

2. 机电工程建造师执业工程包括的范围

（1）机电工程建造师执业范围包括的工程有：机电安装工程、冶炼工程、石油化工工程、电力工程。

（2）机电工程建造师执业范围不包括市政、铁路、公路、民航、水利水电、港口航道、通信广电等的机电工程。

六、机电工程项目的特点

1. 设计的多样性、工程运行的危险性、环境条件的苛刻性。

2. 机电工程项目建设的特征：设备制造的继续，工厂化、模块化，特有的长途沿线作业。

3. 利用信息技术的手段进行信息化管理，推行建筑信息模型、云计算、大数据、物联网先进技术的建设和应用，切实提高项目信息化管理的效率和效益，提升项目管理的水平和能力。

（1）充分利用和整合优势资源，积极推广应用 BIM 技术、仿真技术、优化技术、虚拟建造技术。

（2）采用高精度自动测量控制技术、现场施工管理信息技术、项目成本分析与控制信息技术、云计算的电子商务采购技术、项目多方协同管理技术、项目动态管理信息技术、工程总承包项目物资全过程监管技术、资源管理信息技术、建筑绿色建造监管技术、智能化的装配式建筑产品生产与施工管理信息技术。

1H420012 设计阶段项目管理的任务

一、机电工程项目初步设计阶段的管理任务

1. 对项目的建设环境、建设规模、建设标准、投资、工期等进行估计。

2. 对新技术、新工艺、新设备、新材料的应用要提供科研方向，由业主或被委托的总承包单位负责试验研究。

3. 协调落实内外部协作关系，如能源供给、水电通信、原料供应、环境影响评价、地方政府承诺的征地和移民安置规划等。

4. 初步设计应满足编制施工招标投标文件、主要设备材料订货、编制施工图设计文件的需要。

5. 初步设计完成同样要先自行审查，再报政府有关部门审批。

二、机电工程项目施工图设计阶段的管理任务

1. 施工图设计阶段管理的内容包括：实施的设计计划、实施的设计方案、主要工艺布置、房屋结构布置；还有设计质量、设计概算、设计进度。

2. 在施工图设计的同时落实设备材料的采购，组织供应商向设计单位提供设备的技术资料。

3. 施工图设计完成后，按管辖规定报政府规划行政管理部门审批取得规划许可证。

4. 将完成的施工图设计文件提交施工图设计审查机构审查，审查后，应将施工图设计文件向有关行政管理部门备案。

三、机电工程项目施工阶段的管理任务

1. 由业主或受委托的总承包单位负责组织交底工作，参加单位应包括设计、监理、施工、业主等各相关方，交底的过程要做好书面记录，并征得各方签字确认。

2. 重大的设计变更应召集评审会，评审通过后再执行，若评审中异议较大，要退回设计单位进行完善，最终应由业主裁定。设计变更经审查后应及时转发给有关单位执行。

3. 机电工程项目竣工验收活动应邀请设计单位共同参加。

四、机电工程项目设计回访阶段的管理任务

1. 项目竣工移交后，投入生产或营运，经过一段时间实际运转，组织设计单位回访。

2. 回访过程中听取业主向设计单位提出的工艺流程改进意见或工艺装置改善措施，以利于完善生产工艺和生产条件，使营运效果或效益得到进一步提高。

1H420013 采购阶段项目管理的任务

一、机电工程项目采购的类型

1. 按采购内容可分为工程采购、货物采购与服务采购三种类型。

（1）工程采购

工程采购属于有形采购，是指通过招标或其他商定的方式选择工程承包单位，即选定合格的承包商承担项目工程施工任务，并包括与之相关的人员培训和维修等服务。

（2）货物采购

货物采购属于有形采购，主要包括机电工程项目需要投入的货物，如建筑材料（钢材、水泥、木材等）、设备等。货物采购还应包括与之有关的服务，如运输、保险、安装、调试、培训、初期维修等。

（3）服务采购

服务采购属于无形采购，可分为以下阶段的四种类型：

1）决策阶段：项目投资前期准备工作的咨询服务，如可行性研究、项目评估。

2）设计、招标投标阶段：工程设计和招标文件编制服务。

3）施工阶段：项目管理、施工监理等执行性服务。

4）其他：技术援助和培训等服务。

2. 按采购方式可分为招标采购、直接采购和询价采购三种类型。

（1）招标采购主要包括国际竞争性招标、有限国际招标和国内竞争性招标。招标采购方式适用于大宗货物、永久设备、标的金额较大、市场竞争激烈等货物的采购。

（2）直接采购适用于所需货物或设备仅有唯一来源、为使采购的部件与原有设备配套而新增购的货物、负责工艺设计者为保证达到工艺性能或质量要求而提出的特定供货商提供的货物、特殊条件下（如抢修）为了避免时间延误而造成花费更多资金的货物、无法进行质量和价格等比较的货物采购。

（3）询价采购适用于现货价值较小的标准设备、制造高度专门化的设备等的采购，通常在比较几家供货商报价的基础上选择确定供货商进行采购。

二、机电工程项目采购阶段项目管理的任务

1. 对采购工作进行策划，制订采购计划、询价计划。
2. 询价：包括取得报价单、标书，要约或订约提议。
3. 商家选择。
4. 合同管理。
5. 合同收尾。

三、货物采购策划与采购计划

1. 在工程管理的策划阶段做好货物采购策划，在初步设计阶段应制订货物采购计划。货物采购计划要涵盖工程建设的全过程。

2. 货物采购计划要与设计进度、施工进度合理搭接，处理好接口管理关系。应分析市场现状，通过供货能力、所购设备的生产周期、仓储保管能力、货物运距、运输方法和时间，综合确定采购批量以及供货的最佳时机，使货物供给与施工进度安排有恰当的时间提前量。

3. 安排采购计划时，要从贷款成本、集中采购与分批采购等方面分析利弊。

四、采购合同的管理

1. 材料采购合同的管理

（1）采购合同的订立，材料采购合同属于买卖合同，按规定以现行的购销合同的示范文本为准。

（2）材料采购合同的履行环节包括：产品的交付、交货检验的依据、产品数量的验收、产品的质量检验、采购合同的变更等。

2. 设备采购合同的管理

（1）采购合同的订立，双方当事人应根据具体订购的设备特点和要求，约定合同的内容，包括合同中词语定义，合同标的，供货范围，合同价格，付款方式，交货和运输，包装与标记，技术服务，质量监造与检验，安装和调试，试运和验收，保证与索赔，保险，税费，分包的采购，合同变更约定、修改、中止和终止，合同争议的解决等，都有明确的约定。

（2）大型复杂的工艺设备，应按照采购方的要求可对生产供应方定型设备的设计图纸做出局部修改。并要求提供备品备件和易损零件，必要时合同中要规定对使用方的管理人员和操作人员进行技术培训。

（3）设备采购合同履行的环节包括：到货检验，损害、缺陷、缺少的处理，监造监理，施工安装服务，试运行服务等。

1H420014 施工阶段项目管理的任务

一、施工进度管理

1. 机电工程项目建设应安排总体计划

（1）总体计划应由业主或总承包单位编制，由总承包单位编制的必须征得业主确认。

（2）总体建设计划要告知各参建的分包单位，各分包单位按总体计划编制各自承担的单位工程或单项工程的总进度计划或年度施工进度计划。编制的计划要符合承包合同约定的工期目标要求，并报总承包单位审核确认。

（3）总承包单位要及时评审各分包单位上报的各种施工进度计划，评审的依据是上报的计划是否符合总体建设目标要求，如有异议要通知上报的分包单位澄清或修订，如无异议要以书面文件或洽谈记录表示认同。

2. 计划的实施应建立跟踪、监督、检查、报告机制

（1）总承包单位要设立综合调度机构，实施进度计划的检查测量，发现偏差较大，则应及时召集调度会，以利有效纠正计划执行中的偏差，由各分包单位共同参加，分析影响进度的因素，采取针对性的对策，使之在后续施工中有效纠正或缓解进度计划执行的偏差。

（2）采取的对策主要有作业面调整、物资供给强度调整、机械化作业比率调整、作业班次或搭接时机调整等，这些都应由总承包单位调度机构合理地做出调度决策。

3. 采取措施确保进度计划实施

总承包单位要运用工程进度款支付数量这个经济手段，正确测量实物工作量使各分包单位认真执行进度计划。

二、施工成本管理

1. 总承包单位依据广泛收集的相关资料编制相应的施工成本计划，作为项目降低成本的指导文件与设立目标成本的依据。

（1）施工成本计划编制原则包括从实际情况出发、与其他计划相结合、采用先进技术经济定额、统一领导与分级管理、保持计划适度弹性等原则。

（2）总承包单位成本计划的编制是一个不断深化的过程，在不同阶段需形成深度和作用不同的成本计划。

2. 进行施工成本控制、分析成本偏差，进行趋势预测，及时采取有效预防措施和纠偏措施，保证成本目标的实现。

（1）总承包单位要制订规范化的成本控制程序。

（2）导致不同工程项目产生成本偏差的原因具有一定共性，总承包单位要对已建项目的成本偏差原因进行归纳、总结，为采取的预防措施和纠偏措施提供依据。

3. 对成本的形成过程和影响成本升降的因素进行分析，以寻求最大程度的成本节约，它贯穿于施工成本管理的全过程。

（1）总承包单位应利用施工项目的成本核算资料，与目标成本、预算成本以及类似施工项目的实际成本进行比较，了解成本的变动情况。

（2）总承包单位要系统研究成本变动的因素，检查成本计划的合理性。

三、施工质量管理

1. 施工质量管理的目标要在工程承包合同的约定中体现，总承包合同的质量承诺要

分解于各分包合同中。

（1）质量控制的依据是国家的法律、法规、设计文件和相关的施工规范、标准。

（2）选择具有与工程性质相适应资质的分包单位，分包合同要明确分包工程的质量目标和分包单位的质量义务。

（3）总承包单位制订的总体质量计划应包括质量目标、控制点的设置、检查计划安排、重点控制的质量影响因素等，并要告知各分包单位，作为分包单位对所承担工程制订质量计划的指导性意见，分包单位制订的质量计划应细化总承包单位编制的质量计划，并报总承包单位审核确认后执行。

2. 总承包单位和各分包单位均应按承建的机电工程特点，分析影响施工质量的主要因素，从人、机、料、法、环入手，加以预控。

（1）作业人员要持证上岗的必须保持证书在有效期内。坚持先培训后上岗，先交底后作业的原则。尤其要对特殊工种和特种设备作业人员进行认真监控。

（2）进场的施工机械及机具要保持完好状态，其工作性能和精度能满足作业的需要，尤其是检测用的仪器仪表要检定合格，并处在有效期内。

（3）工程设备和材料要认真进行进场检验，确保其符合性，并做好符合其要求的仓储保管工作。

（4）施工工艺文件或作业指导书要经审核批准，批准后应严格执行，不得擅自修改。新材料、新工艺的应用要先试验后使用，可建议采用样板示范方法。

（5）风、雨、雪、温度、湿度、尘沙等环境条件对作业的限制，会明显影响作业后的实体质量，因而要采取适合的防护措施。

3. 质量管理活动与持续改进。

（1）有计划地安排各种形式的机电工程项目质量活动，如举办经验交流、质量控制图片资料展览会、操作示范、质量问题论证等活动。

（2）总承包单位工程质量监督管理部门要定期对施工过程的质量控制绩效进行分析和评价，明确改进目标和方向，保持质量管理工作的持续改进。

四、施工安全管理

1. 制订安全管理总体策划，全场性的安全管理制度

机电工程项目建设总承包单位负责建设全过程的安全管理总体策划，并制订全场性的安全管理制度，经批准后监督执行。

2. 工程分包合同应明确分包单位的安全管理职责

（1）工程分包合同中，分包单位应承诺执行总承包单位制订的安全管理制度，并明确分包单位的安全管理职责。

（2）分包单位应依据所承担工程的特点，制订相应的安全技术措施，报总承包单位审核批准后执行。

3. 制订安全应急预案，采取应对措施，跟踪监督整改，防止事故发生

（1）对施工各阶段各部位和场所的危险源识别和风险分析，制订应对措施或应急预案，做到有效控制。

（2）按管理制度规定，进行日常安全巡检，掌握安全信息，召开安全例会讲评安全情况和应采取防止事故发生的措施。

（3）按上级有关部门要求，进行定期或专项的安全检查。将检查结果形成书面文件，通报全场各相关单位，并对检查中发现存在事故隐患需及时整改的部位跟踪监督整改情况，直至完善合格。

（4）当发生安全事故时，按合同约定和相关法规规定，保护现场，积极抢救，防止次生事故发生，及时报告，组织或参与事故的调查、分析和处理。

五、绿色建造与环境管理

1. 建立绿色建造制度，制订计划和管理目标，保持现场良好的作业环境和工作秩序。

（1）建立并持续改进绿色建造管理体系，确定管理目标及主要指标，在各个阶段贯彻实施。

（2）建立管理组织机构，制定相应制度和措施，通过组织培训使各级人员明确绿色建造的意义和责任。

（3）按照分区划块原则，做好项目管理工作，加强协调，定期检查，及时解决发现的问题，实施预防和纠正措施。

（4）进行现场绿色设计，优先选用绿色技术、建材、机具和施工方法，实施节能降耗措施。

2. 建立施工环境管理制度，制订计划和管理目标，采取环境保护措施，预防环境污染。

（1）建立并持续改进环境管理体系，确定管理目标及主要指标，在各个阶段贯彻实施。

（2）对环境因素进行识别，掌握监控环境信息，采取应对措施，保证施工现场及周边环境得到有效控制。

（3）制定应急准备和响应措施，保证信息通畅，预防可能出现非预期的损害。在出现环境事故时，应消除污染，应制定相应措施以防止环境二次污染。

（4）建立现场环境管理网络和责任系统，对现场人员进行培训教育，落实专人负责管理，检查环境设施的有效性。

（5）制订施工活动中产生的“三废”防治或处理方案，并与工程所在地政府相关管理部门沟通，依法妥善处置。

六、信息与数字化管理

1. 建立项目信息与数字化管理制度，及时准确全面地收集信息与知识，安全、可靠、方便、快捷地存储、传输信息知识，有效、适宜地使用信息和知识，建立涵盖各分包单位及供应商的信息网络。

2. 遵照《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212—2016 的要求，根据自身实际，制订并执行企业信息化战略规划，充分考虑 BIM 技术的实施应用。

（1）重视利用信息技术的手段进行信息化管理，推行建筑信息模型、云计算、大数据、物联网先进技术的建设和应用，切实提高项目信息化管理的效率和效益，提升项目管理的水平和能力。

（2）通过四维（4D）施工模拟与施工组织方案的结合，不仅可以直观地体现施工的界面、顺序，从而使总承包与各专业施工之间的施工协调变得清晰明了，避免施工延期；能够使设备材料进场、劳动力配置等各项工作的安排变得更为有效、经济；设备吊装方案

及一些重要的施工步骤，可以用四维模拟的方式很明确地向业主、审批方展示出来。

3. 设置综合资料室，使施工图收发、设计变更通知、气象预报和实时气候记录、设备材料供应进程、工程建设相关文件、施工技术和管理记录等各类资料得到统一信息化管理，保持各类信息渠道畅通有效，防止失误，促使施工阶段各项活动有序进行。

1H420015　试运行及验收阶段项目管理的任务

一、试运行准备

试运行准备工作有技术准备、组织准备、物资准备。

1. 试运行的技术准备工作包括：确认可以试运行的条件、编制试运行总体计划和进度计划、制订试运行技术方案、确定试运行合格评价标准。

2. 试运行的组织准备工作包括：组建试运行领导指挥机构，明确指挥分工；组织试运行岗位作业队伍，实行上岗前培训；在作业前进行技术交底和安全防范交底；必要时制订试运行管理制度。

3. 试运行的物资准备工作包括：编制试运行物资需要量计划和费用使用计划。物资需要量计划应含燃料动力物资、投产用原料和消耗性材料需要量，还应包括检测用工具和仪器仪表需要量计划。

二、试运行实施

1. 试运行前的检查

（1）对工程实体进行检查，确认已完成设计文件规定的全部工作内容，并经调试合格，符合竣工验收标准。

（2）对准备工作进行检查，确认准备工作已符合预期的各项要求。

2. 试运行

（1）按机电工程项目的特点组织试运行，所有作业行动符合生产或营运的作业规程规定。

（2）试运行中发现故障或异常，应立即停止试运行，在分析原因排除故障后，才能重新启动试运行。

（3）按计划要求时间安排，达到连续无故障试运行规定时间，则可结束试运行，拆除试运行方案中的临时设施，使机电工程恢复常态。

3. 试运行评价

（1）按工程承包合同约定的质量目标和设计文件规定的要求，考核试运行的结果是否符合预期的规定。

（2）机电工程施工质量验收标准的依据，也是试运行评价的重要依据。包括工业机电安装工程和房屋建筑安装工程，施工质量验收标准是分开的。

1）工业机电安装工程采用《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252—2018；

2）房屋建筑安装工程采用《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013。

【案例1H420010-1】

一、背景

A公司中标承建沿海一大型电力装备制造厂的全部机电工程，总承包合同约定：A公

司除完成关键设备安装外，其余公用工程和辅助工程可自行分包给各专业公司施工，A公司实行总承包管理，对全面履行总承包合同负责。为此A公司成立了综合调度机构。

在一次例行的全场实地检查中，时值台风季节海边的排水泵房正破土动工，调度室要求停工另择时机开工。

在落实施工进度计划时，总承包单位发现B分包单位的循环水管网的施工进度计划与建设总进度计划安排不符。

A公司对室外蒸汽管廊检查时，发现未收到B分包单位试压报告，现场亦没有作业指导书，已在保温施工，立即叫停了施工。

在制氧站检查试运转活动的防治方案时，B分包单位为降低排放“三废”，制订了防治方案，但对已产生的“三废”如何进行正确妥善处置，防止二次污染不完善，立即要求整改。

现场发现废油的排放处理不符合当地环保管理部门规定，并对试运行的组织准备做了详细的审核。

二、问题

1. 调度机构为什么要求海边排水泵房另择时机破土动工？

2. B分包单位循环水管网的施工进度计划与建设总进度计划安排不符，是哪个管理环节失控？说明正确的做法。

3. 室外蒸汽管网保温施工为什么叫停？何时保温？

4. “三废”的排放应怎样正确处理？

5. 审核试运行组织准备的重点是什么？

三、分析与参考答案

1. 台风季节海边易发生风暴潮，加之降水量大，破土动工风险大，环境条件差，会影响土建工程质量，即施工条件不具备（向海排水管沟易受大潮冲刷淹埋），不能安排持续施工，宜避开台风和汛期以抢工形式安排平行施工，短期内完成建设任务。

2. 主要是计划编制和报审环节失控。

正确的做法：总承包单位要将工程建设总体进度计划告知各参建的分包单位；各分包单位按工程建设总体计划控制的工期，编制所承担的工程进度计划，并送总承包单位审核确认；确认要有书面告知；如有异议希望调整也应及时书面告知修正；流程要在分包合同或工程项目管理制度中有所体现。

3. 总承包单位没有收到蒸汽管网试压报告进行验证确认，而施工现场已安排保温施工，显然在施工管理上有失控现象；施工工艺文件或作业指导书不能违反施工工艺纪律或规范规定，因而保温施工被叫停。

只有蒸汽管网试压已合格、报告被确认后，才可恢复保温施工。

4. “三废”排放的管理是施工环境管理的重要内容。正确的做法是要制订在施工活动中产生的“三废”防治或处理方案，并与工程所在地政府相关管理部门沟通，依法妥善处置。

5. 制氧站污油排放管理不当，要害在试运行组织准备管理不当，要重新审核组织准

备工作，审核重点是试运行领导指挥机构分工是否明确，是否对作业人员进行技术交底、安全防范交底以及其他重要注意事项的交底。

【案例1H420010-2】

一、背景

某机电安装企业通过竞标承包了某市能源中心的机电安装工程，包括管道线路施工、站场内运行设备安装等。合同约定：业主负责进口设备的采购，承包单位负责所有管道主材、非关键设备和物资采购。

承包商通过制订详细、周密的采购计划，完成了合同采购工作。在管道线路施工过程中，发现部分线路内部存在一定程度的钢管锈蚀，可能会影响管道的安全运行。为此该企业项目部报请业主批准，邀请相关工程专家进行了论证，制定了切实可行的措施。

在站场设备安装时，进口阀门由于运输原因不能及时到货安装，承包商为了不影响工程进度，自行购置了具有相同性能和参数的国产阀门并进行安装。监理工程师发现后下令停止安装工作。

二、问题

1. 业主和承包企业应采取的合理采购方式是什么？

2. 采购设备、材料时项目管理的任务包括哪些？

3. 对施工过程中出现的主材问题寻求解决的办法是否属于项目采购管理的内容？

4. 监理工程师下达停工令是否正确？承包商是否可以自行采购阀门？自行采购应履行哪些程序？

5. 承包商自行采购阀门时，采购合同的履行环节包括哪些？采购时会面临哪些采购管理失控的风险？

三、分析与参考答案

1. 业主对进口设备选择公开招标采购方式，承包企业对管道主材选择公开招标采购方式，对非关键设备和物资选择询价采购方式（邀请报价采购方式）。

2. 采购设备、材料时项目管理的任务包括：对采购工作进行策划，制订采购计划、询价计划；询价，包括取得报价单、标书，要约或订约提议；商家选择；合同管理；合同收尾。

3. 属于项目采购管理的内容。邀请工程专家对现场出现的材质问题进行论证属于服务采购。

4. 监理工程师下达停工令是正确的。

合同约定进口阀门由业主提供，承包商自行采购是不允许的。若要自行采购需要履行以下工作程序：（1）采购前应经过业主同意履行批准手续；（2）请设计部门履行变更程序；（3）阀门进场时填报验收单；（4）在监理单位检查确认后进行安装。

5. 承包商自行采购阀门时，阀门采购合同履行的环节包括：到货检验；损害、缺陷、缺少的处理；监造监理；施工安装服务；试运行服务等。

在采购方面会面临以下失控风险：订立合同前供货商选择失误的风险；阀门生产过程无法监造的风险；阀门包装运输过程中监督不力的风险；阀门交付验收的风险。

【案例1H420010-3】

一、背景

某机电工程公司施工总承包了一项大型钢厂安装工程项目，工程范围包括机械设备安装工程、蒸汽排风机安装工程、电气安装工程、自动化安装工程等。由于工期较紧，项目部编制了施工组织设计，对工程进度、质量、安全和文明施工管理进行了重点控制。施工过程中，施工单位成立了采购小组并组织专家专门对设备采购进行评审，进而选择合理的设备供应商，并签订供货合同。

施工过程中，发生了如下事件：

（1）在某段管道施工过程中，施工图中要求的管道路径与原有设备位置存在重叠交叉，施工过程难以继续。因此，该项目部向设计单位提出设计变更，办理签认后进行了施工路径的更改。

（2）分包单位将承包工程中的真空泵房负荷试运行方案报监理工程师审查批准后，为抢进度，当即要求作业人员通电开机，被总承包单位技术、安全管理部门制止，要求纠正。

二、问题

1. 工程的总体质量计划应由谁来制订？其主要内容是什么？

2. 工程分包合同应明确分包单位的哪些安全管理职责？

3. 工程项目设计变更的具体程序是什么？

4. 总承包单位技术、安全部门制止分包单位实施真空泵负荷试运行的原因是什么？

5. 采购工作的原则是什么？设备采购文件的内容由哪些组成？

三、分析与参考答案

1. 工程的总体质量计划应由总承包单位制订，其主要内容应包括质量目标、控制点的设置、检查计划安排、重点控制的质量影响因素等。

2. 工程分包合同应明确分包单位的安全管理职责是：

（1）工程分包合同中，分包单位应承诺执行总承包单位制订的安全管理制度，并明确分包单位的安全管理职责。

（2）分包单位应依据所承担工程的特点，制订相应的安全技术措施，报总承包单位审核批准后执行。

3. 项目部提交的设计变更经审查后应通过资料管理部门及时转发给有关单位执行。重大设计变更由项目总工程师组织研究、论证后，提交建设单位组织设计、施工、监理单位进一步论证、审核，决定后由设计单位修改设计图纸并出具设计变更通知书，还应附有工程预算变更单，经建设、监理、施工单位会签后生效。

4. 真空泵房负荷试运行是由工程建设总承包单位承担，应报总承包单位审查批准后实施，且尚未向有关操作人员进行技术、安全交底以及试运行前的各项检查工作，只有做完这些事项并确认符合要求后，才能进行试运行。

5. 采购工作应遵循“公开、公平、公正”和“货比三家”的原则。设备采购文件的内容包括设备采购技术文件和设备采购商务文件。

【案例1H420010-4】

一、背景

某建设工程公司中标并承接一大型天然气管道工程建设项目，该工程由天然气管道、场站组成，天然气干线全长1150km，管径1016mm，设计压力为6.4MPa，沿线设首站1座、中间站4座、末站1座、阀室30座。站房安装质量要求高、工期紧，建设工程公司为保证质量、加快进度，组织公司技术中心和项目部人员，根据站房工程的特点，将BIM技术应用于站房施工。

建设工程公司按照工程建设程序，施工单位按照规定的时限，向监理单位报送了施工组织设计。施工组织设计内容包括：施工方案；施工现场平面布置图；施工进度计划和保证措施；劳动力及材料供应计划；安全生产、文明施工措施。

监理单位审核后认为：该施工组织设计是根据工程规模、结构特点、技术复杂程度和施工条件进行编制的，但是按照国家现行施工规范的规定，内容不完全符合要求，退回施工单位要求重新完善。经重新修改后的施工组织设计达到了规范要求，监理单位上报业主批准予以实施。

在输气管道通过的地区，沿管道中心线两侧各200m范围内，有聚集居民住户57户，管道分段试压，采用气压试验，施工单位为了保证管道试压安全和工作质量，对试压准备工作进行了全面检查，检查内容包括试压方案报批、试压人员、试压设备、计量仪表（如压力表）以及质量安全保证措施落实情况，对升压过程进行了严密的监控。

二、问题

1. 按照机电工程行业划分的要求，机电工程划分为几个行业？该项目属于哪个行业？该建设项目在工程运行方面体现了哪些危险性？

2. 将BIM技术应用于站房施工，在四维（4D）施工模拟方面有何作用？

3. 施工组织设计至少还应有哪些内容？

4. 机电工程项目有哪些特点？机电工程项目建设有哪些特征？

5. 为推进机电工程工业化，把安装行业的技术、管理提高到一个新的高度和新的水平，你认为在项目上应该从哪些方面着手？

三、分析与参考答案

1. 机电工程关联的行业很多，主要划分为八个行业，有装备制造业，冶金、矿山及建材行业，石油、化工及石化行业，电力行业，军工行业，轻纺行业，建筑行业，农林粮油行业。

大型油气管道工程建设项目属于石油、化工及石化行业。

该工程建设项目体现了石油、化工项目高压、易燃、易爆的危险性。

2. 四维（4D）施工模拟的作用有：

（1）在BIM三维模型的基础上融合时间概念可实现四维模拟，避免施工延期。

（2）可以直观地体现施工的界面、顺序，使总承包与各专业施工之间的施工协调变得清晰明了。

（3）通过四维施工模拟与施工组织方案的结合，使设备材料进场、劳动力配置、机械排版等各项工作的安排变得更为有效、经济。设备吊装方案及一些重要的施工步骤，

都可以用四维模拟的方式很明确地向业主、审批方展示出来。

3. 施工组织设计的内容至少还应有：质量保证体系及措施；环境保护、成本控制措施；合同当事人约定的其他内容。

4. 机电工程项目的特点是：设计的多样性、工程运行的危险性、环境条件的苛刻性。机电工程项目建设的特征有：设备制造的继续，工厂化、模块化，特有的长途沿线作业。

5. 为推进机电工程工业化，把安装行业的技术、管理提高到一个新的高度和新的水平，在项目上应从以下着手：

利用信息技术的手段进行信息化管理，推行建筑信息模型、云计算、大数据、物联网先进技术的建设和应用，充分利用和整合优势资源，应用BIM技术、仿真技术、优化技术、虚拟建造技术，积极推广应用建筑业新技术，切实提高项目信息化管理的效率和效益，提高建造质量、确保安全，降低工程成本、缩短施工工期，提升项目管理的水平和能力，把安装行业的技术、管理提高到一个新的高度和新的水平。

1H420020 机电工程施工招标投标管理

1H420021 施工招标投标管理要求

一、招标方式

国有资金占控股或者主导地位的依法必须进行招标的项目，应当公开招标；但有下列情形之一的，可以邀请招标：

（1）技术复杂、有特殊要求或者受自然环境限制，只有少量潜在投标人可供选择。

（2）采用公开招标方式的费用占项目合同金额的比例过大。

（3）国务院发展计划部门确定的国家重点项目和省、自治区、直辖市人民政府确定的地方重点项目不适宜公开招标的，经国务院发展计划部门或者省、自治区、直辖市人民政府批准，可以进行邀请招标。

（一）公开招标

1. 招标公告和资格预审公告。招标单位应当在国务院发展改革部门依法指定的媒介，公开发布工程项目的招标公告和资格预审公告，在不同媒介发布的同一招标项目的招标公告或资格预审公告的内容应当一致。

2. 招标文件和资格预审文件。招标人可以对发出的资格预审文件或者招标文件进行必要的澄清或者修改。

3. 招标人应当在招标文件中载明投标有效期。投标有效期从提交投标文件的截止之日算起。

4. 招标人可以自行决定是否编制标底。一个招标项目只能有一个标底。标底必须保密。招标人设有最高投标限价的，应当在招标文件中明确最高限价或者最高限价的计算方法。招标人不得规定最低投标限价。

5. 两阶段招标。对技术复杂或者无法精确拟定技术规格的项目，招标人可以分两阶段进行招标。

（1）第一阶段，投标人按照招标公告或者投标邀请书的要求提交不带报价的技术建议确定技术标准，招标人根据投标人提交的技术建议确定技术标准和要求，编制招标文件。

（2）第二阶段，招标人向在第一阶段提交技术建议的投标人提供招标文件，投标人按照招标文件的要求提交包括最终技术方案和投标报价的投标文件。

6. 资格预审

（1）国有资金占控股或者主导地位的招标项目，招标人应当组建资格审查委员会审查资格预审申请文件。

（2）资格预审应当按照资格预审文件载明的标准和方法进行。

（3）资格预审内容包括基本资格审查和专业资格审查。专业资格审查是资格审查的重点，主要内容包括：类似工程业绩；人员状况，包括承担本项目所配备的管理人员和主要人员的名单和简历；履行合同任务而配备的施工装备等；财务状况，包括申请人的资产负债表、现金流量表等。

（4）资格预审结束后，招标人应当及时向资格预审申请人发出资格预审结果通知书。

7. 资格后审，即在开标后由评标委员会按照招标文件规定的标准和方法对投标人的资格进行审查，资格后审在发布招标公告时应说明。资格后审的内容和重点与资格预审相同。

8. 招标人有下列行为属不平等招标：

（1）向不同投标人提供有差别的信息；

（2）设定与项目不相适应的资格、技术及商务条件；

（3）对不同投标人采取不同的资格审查或评标标准；

（4）限定或指定特定的专利、商标、品牌原产地或供应者；

（5）非法限定投标人的所有制形式或组织形式；

（6）依法必须招标的项目，以特定行政区域或特定行业的业绩、奖项作为加分或中标条件。

（二）邀请招标

1. 邀请招标类似于世界银行的选择性招标，即招标单位向部分经过考察符合投标资格的投标人，公开程序并发出邀请书进行招标投标工作的全过程。这种招标形式在国际上采用得较为普遍。其对招标人的要求与公开招标一致。

2. 不属于依法必须进行招标的项目，或者不属于必须依法进行公开招标的项目，可以采用邀请招标；涉及国家安全、国家秘密或者抢险救灾，不宜公开招标的，也可以采用邀请招标。

二、招标投标项目的分类

1. 项目总承包，即设计采购施工（EPC）/交钥匙总承包

承包商承担全部设计、设备及材料采购、土建及安装施工、试运转、试生产直至达产达标。这种承包形式是国际项目采用最多的承包模式，目前国内积极推行这一承包模式。

2. 设计和采购总承包（EP）

承包商承担工程的设计、设备采购（大部分业主把材料采购另行委托）及现场安装的

技术指导，并承担投产运行后设计和设备质量的责任。

3. 设计施工总承包（DB）

承包商承担工程的设计及土建安装施工，并承担投产运行后设计指标的实现及施工质量的责任。

4. 采购及施工总承包

承包商承担设备及材料采购、土建安装施工至无负荷试运转，并承担投料运行后设备质量及施工质量的责任。

5. 施工总承包（GC）

承包商承担土建及安装施工直至无负荷试运转结束。承包商除承担工程范围的内容和风险外，还应对投料运行后因施工质量而出现的问题负责。

6. 机电工程、石油化工工程、冶炼工程、电力工程施工总承包

承包商只承担工程建设项目的机电设备安装工程，对投料运行后因安装质量出现的问题负责。这种承包模式目前在国内相当普遍。

7. 专业工程承包模式

机电工程中分各个专业进行承包的方式。工程分包大多采用这种模式。如机械设备安装工程承包、电气设备及自动化仪表安装工程承包、工业或建筑给水排水工程承包、防腐保温工程承包、筑炉工程承包、供暖通风工程承包、钢结构及非标准件制作安装工程承包等，甚至更细化的专业承包。

三、开标与评标管理要求

（一）开标

1. 开标应公开进行。开标时间应与提交投标文件截止时间相同。开标地点应为招标文件中预先确定的地点。若有变化应提前告知投标人。投标人少于 3 个的，不得开标。招标人应当重新招标。

2. 开标程序。一般采用：宣布已递交投标保证金或投标保函及投标书的投标单位名单→检查投标书密封是否合格→投标单位资格审查（对资格后审而言）→合格投标单位抽签确定开标顺序→开商务标（依抽签的顺序依次公开唱读各投标单位商务报价）→开技术标→合格投标单位依次讲解标书或答疑→评标委员会评审标书（一般采用按招标文件公布的评分标准由评委各自打分、汇总）→评标委员会确定中标候选单位并报招标人→招标人宣布中标单位→颁发中标通知书。

（二）评标定标

1. 评标委员会组成。一般由招标人代表和技术、经济等方面的专家组成，其成员人数为 5 人以上单数。其中技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的 2/3。专家由招标人从招标代理机构的专家库或国家、省、直辖市人民政府提供的专家名册中随机抽取，特殊招标项目可由招标人直接确定。

2. 评审方法。严格按照招标文件公布的评标办法和标准执行。首先进行资格审查，仅对资格审查合格的投标人进行后续的详细评审。对技术标和商务标按照细目的评分标准分别打分，按公布的比例合成总分，并确定排名顺序，经招标人确认，最终宣布中标单位。

3. 评标完成后，评标委员会应当向招标人提交书面评标报告和中标候选人名单。

1H410000 机电工程技术
1H420000 机电工程项目施工管理
1H430000 机电工程项目施工相关法规与标准

1H420022 施工招标条件与程序

一、招标应具备的条件

机电工程项目的招标，应当满足法律规定的前提条件，方能进行。

1. 项目应履行审批手续并获批准。

2. 有相应的资金或资金来源已落实，并在招标文件中如实载明。

3. 招标人已经依法成立。

4. 初步设计及概算已履行审批手续，并已获批准。

5. 招标范围、招标方式和招标组织形式等应履行核准手续，并已获核准。

6. 有招标所需的设计图纸及技术资料等。

二、招标文件编制的内容

1. 工程概况描述。

2. 已批准的项目建议书或可行性研究报告、主要经济技术指标等。

3. 承包范围（对含 EP 项目应提出配置要求及其技术指标要求）。

4. 城市规划部门确定的规划控制条件和用地红线图，工程地质、水文地质、工程测量等建设场地勘察报告（对含 E 项目）。

5. 供水、供电、供气、供热、环境、道路的基础资料，节能、环保、消防、抗震等要求（对含 E 项目）。

6. 对执行技术标准、规范要求；各阶段的工期、质量、安全要求。如在施工招标文件中列出危大工程清单，要求施工单位在投标时补充完善危大工程清单，并明确相应的安全管理措施。

7. 设备、主材供应方式及划分清单、工程量清单及主要设计图纸。

8. 招标函及投标须知；投标书格式要求、投标截止日期及交投标书地点；投标人踏勘现场及答疑安排；投标保证金要求；合同主要条款；评标标准及方法以及需说明的其他内容。如住房和城乡建设部、国家发展和改革委员会等六部门联合发布《关于加快推进房屋建筑和市政基础设施工程实行工程担保制度的指导意见》（建市［2019］68 号），明确提出：对于投标保证金可以保函的方式缴纳。

三、招标过程与程序

1. 招标过程

一般可分为发标前准备、招标投标、评标定标三个阶段。

2. 招标程序

（1）发布招标公告及资格预审公告

主要内容：招标人名称，招标工程名称，项目批准机关名称，招标工程项目的性质、规模、结构类型，招标范围，标段划分，资金来源与落实情况，工程建设地点，计划开竣工日期，工程质量标准要求，标书费用，投标保证金及投标保函的要求，开标时间及地点要求，招标人及招标代理机构的名称，办公地点，联系人，联系方式，公告日期，投标商报名及提供资格预审的资料内容等。

（2）资格预审

1）资格预审应由资格审查委员会（资格后审由评标委员会）按照资格审查文件执行，

不得随意提高或降低标准。

2）审查内容已在招标投标内容中阐述。

3）审查方法，一般分为初步评审和详细评审，并采用打分排名的形式淘汰不合格投标人或作为评标时的参考。合格投标人不得少于3家。

（3）其他程序和要求

1）投标人踏勘现场及招标文件答疑。一般在投标人领取标书后即可进行。

2）招标人对已发出的招标文件进行必要的修改、补遗、澄清及对投标人答疑时提出涉及招标内容变化的，应在投标文件截止时间至少15日前，以书面形式通知所有招标文件收受人。该澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分。

3）投标、开标、评标。

4）颁发中标通知书。

5）签订合同。

3. 废标及其确认

有下列情况之一的，评标委员会应当否决其投标：

（1）投标文件没有对招标文件的实质性要求和条件做出响应。

（2）投标文件中部分内容需经投标单位盖章和单位负责人签字的而未按要求完成及投标文件未按要求密封。

（3）弄虚作假、串通投标及行贿等违法行为。

（4）低于成本的报价或高于招标文件设定的最高投标限价。

（5）投标人不符合国家或者招标文件规定的资格条件。

（6）同一投标人提交两个以上不同的投标文件或者投标报价（但招标文件要求提交备选投标的除外）。

1H420023 施工投标条件与程序

一、投标条件

1. 机电工程项目已具备招标条件。

2. 投标人资格已符合规定，并对招标文件做出实质性响应。

3. 投标人已按招标文件要求编制了投标文件。

4. 投标人参加依法必须进行招标的项目的投标，不受地区或者部门的限制，任何单位和个人不得非法干涉。

5. 投标人有下列情况不得参与投标：与招标人存在利害关系可能影响招标公正性的法人、其他组织或者个人；与招标人单位负责人为同一人或者存在控股、管理关系的不同单位，不得参加同一标段或者未划分标段的同一招标项目投标。

二、投标程序

1. 研究招标文件

重点是投标人须知，合同条款，设计图纸，投标要求格式，工程范围，供货范围，主要设备规格、重量、数量及安装地点，工程量清单，计价和报价方式，技术规范要求，工期、质量、安全及环境保护要求等。

2. 认真进行调查研究及调查重点

（1）投标工程的法律法规；工程所在地的地方法律法规及特殊政策；工程所在地的劳动资源和材料资源情况（含价格）；工程所在地的设备市场的租赁情况（货源及价格）等。

（2）工程所在地的自然条件、施工条件及环境、治安环境、气候、交通、通信、水电等资源情况。

（3）工程业主方项目资金落实情况及业主对工程项目如工期、质量、成本等关注重点。

（4）竞争对手的状况，尤其是经验、业绩、装备、技术等。

（5）对拟分包的专业承包公司的考察，重点是资质、价格、技术及业绩等。

（6）参加现场踏勘与标前会议交底和答疑。

3. 认真复核工程量

对于固定总价标，因合同执行时是以总报价为基础进行结算的，要规避风险，若工程量出现较大差异，就会带来无法弥补的经济损失。

三、投标策略

确定正确的投标策略，在投标工作中非常重要，尤其体现在信誉业绩、价格、缩短工期、质量标准、安全保证、优化设计、推广应用新技术及特殊的施工方案及施工工艺等。

1. 技术标的策略

（1）突出自身优势，大扬其长，避其所短，尤其在业绩信誉、施工装备、技术水平和力量、施工组织等重点强调。

（2）突出工期目标，在满足业主工期要求时，提出适当缩短工期的目标和具体措施。

（3）强调质量控制的优势，提出优于业主提出的质量目标及实现目标的具体措施。

（4）向业主提出一些有利于降低工程造价、缩短工期、保证质量的合理化建议及一些优惠条件。

2. 商务报价的策略

（1）可采用不平衡报价法、多方案报价法、增加建议方案法、投标前突然竞价法、无利润竞标法等方式进行报价。

（2）根据投标单位的自身情况及此次招标投标的业主、竞争对手的实际情况确定。

四、编制投标书要点

（一）技术标

1. 设计方案描述（对含 E 的项目）

（1）突出设计合理性及安全性、生产工艺及节能减排环保的先进性、配置的精良和可靠性及各项经济技术指标的保证措施。

（2）主要装置的配置及其描述，突出生产工艺、产能、电耗等特点。

（3）自动化配置描述，突出配置水平及同类在建或已投入使用的工厂先进性比较。

（4）应用新技术和环境保护指标及其设计描述。

（5）根据不同地理位置对有关防止自然灾害的应对设计进行描述，如抗震、抗台风、防洪等；交图日期及质量保证措施。

2. 设备采购（对含 P 的项目）

主要备选制造厂商资信、能力、技术、业绩的描述及选用原则和方法；监造方案描

述，突出质量控制计划、措施及包装、发运、交货期保证措施。

3. 材料采购的质量控制方案。

4. 施工装备的配置

突出主要的、先进的、关键的吊装、施工机具及测量、检测仪器。

5. 施工组织设计纲要

主要包括：施工组织机构及主要成员情况；施工进度计划及保证措施；质量标准及其保证措施；职业健康、安全、环境保证措施；主要施工装备配备计划；主要设备及专业的施工方案编制；突出方案在技术、工期、质量、安全保障等方面有创新，利于降低施工成本。

（二）商务标

1. 商务标报价的分类

总价一次包死，合同履行过程中不发生变更签证；包总价，但超出合同规定工程量范围可现场签证；工程量单价包干，这是我国目前采取较多的计价形式；施工图预算结算。

2. 商务报价分析

（1）认真研究招标文件，核实工程量清单。做到不多报、不漏报、不废标，为以后签订合同或索赔提供根据。

（2）认真评估自身的能力和市场走势，管理、技术、装备、资金等能力，以及当地市场人力、材料、施工机具租赁的价格和走势。

（3）认真分析和考虑工程的风险因素。如业主和自身的风险、工程风险、市场风险、资金风险及自然灾害等不可预见的风险，国外项目还应考虑政治、汇率等风险；认真考虑各种刚性和弹性税费的压缩空间；认真测算工程的盈亏平衡点并决定盈亏水平。

3. 认真填写报价和密封商务标书。按招标文件规定的格式填写报价单，按规定要求密封商务标书。

五、电子招标投标方法

1. 电子招标投标活动

（1）电子招标投标活动是指以数据电文形式，依托电子招标投标系统完成的全部或者部分招标投标交易、公共服务和行政监督活动。

（2）电子招标投标系统根据功能的不同，分为交易平台、公共服务平台和行政监督平台。

2. 电子投标要求

（1）电子招标投标交易平台的运营机构，以及与该机构有控股或者管理关系可能影响招标公正性的任何单位和个人，不得在该交易平台进行的招标项目中投标和代理投标。

（2）电子招标投标交易平台应当允许社会公众、市场主体免费注册登录和获取依法公开的招标投标信息，任何单位和个人不得在招标投标活动中设置注册登记、投标报名等前置条件限制潜在投标人下载资格预审文件或者招标文件。

（3）投标人应当在资格预审公告、招标公告或者投标邀请书载明的电子招标投标交易平台注册登记，如实递交有关信息，并经电子招标投标交易平台运营机构验证。

（4）投标人应当通过资格预审公告、招标公告或者投标邀请书载明的电子招标投标交易平台递交数据电文形式的资格预审申请文件或者投标文件。

（5）电子招标投标交易平台应当允许投标人离线编制投标文件，并且具备分段或者整体加密、解密功能。投标人应当按照招标文件和电子招标投标交易平台的要求编制并加密投标文件。投标人未按规定加密的投标文件，电子招标投标交易平台应当拒收并提示。

（6）投标人应当在投标截止时间前完成投标文件的传输递交，并可以补充、修改或者撤回投标文件。投标截止时间前未完成投标文件传输的，视为撤回投标文件。投标截止时间后送达的投标文件，电子招标投标交易平台应当拒收。

（7）电子招标投标交易平台收到投标人送达的投标文件，应当即时向投标人发出确认回执通知，并妥善保存投标文件。在投标截止时间前，除投标人补充、修改或者撤回投标文件外，任何单位和个人不得解密、提取投标文件。

（8）资格预审申请文件的编制、加密、递交、传输、接收确认等，适用上述关于投标文件的规定。

【案例1H420020-1】

一、背景

某工业扩建机电安装工程采用电子方式招标投标，A、B、C三家施工企业参与投标。

在招标文件中要求投标人提交投标担保，并明确评标采用综合评分法，技术部分权重（权重代码为A1，分值代码为M1）为40%，商务部分权重（权重代码为A2，分值代码为M2）为60%，最终加权得分＝M1×A1＋M2×A2，参见表1H420023-1；有效投标商务标量化得分计算时采用区间法，参见表1H420023-2。在投标及评标过程中发生如下事件：

（1）在电子招标投标交易平台注册登记，A企业在下载招标文件时被告知外省施工企业须提前报名、审核通过后方可参与投标。A企业补办报名手续后获得投标资格。

（2）B施工企业在投标过程中认真分析招标文件和施工图纸，对扩建工程中投资占比较大的供电系统进行了校核计算、优化设计，建议将变配电室挪至主生产线附近，供电母线、电缆、配电元器件的规格减小幅度较大，供电系统报价可降低360万元，B企业在技术标编制时详细阐述了该优化设计的方案，并附以计算书说明。

（3）三家企业的有效商务报价依次为：8600万元、8100万元和7600万元。

（4）经评标委员会评审，三家企业的技术标得分依次为：50分、56分、45分。

评分汇总及得分计算表　　表1H420023-1

评审内容	标准分	分值代号	权重	A企业		B企业		C企业	
				标准得分	加权得分	标准得分	加权得分	标准得分	加权得分
技术部分	100	M1	40%						
商务部分	100	M2	60%						
最终加权得分合计									

商务标评审记录表（标准分为 100 分，分值代号为 M2）　表 1H420023-2

评分标准		投标人名称及评审分值					
		A 企业		B 企业		C 企业	
β 值分布	分值	β	得分	β	得分	β	得分
$\beta \leqslant -10\%$	80						
$-10\% < \beta \leqslant -9\%$	82						
$-9\% < \beta \leqslant -8\%$	84						
$-8\% < \beta \leqslant -7\%$	86						
$-7\% < \beta \leqslant -6\%$	88						
$-6\% < \beta \leqslant -5\%$	90						
$-5\% < \beta \leqslant -4\%$	92						
$-4\% < \beta \leqslant -3\%$	94						
$-3\% < \beta \leqslant -2\%$	96						
$-2\% < \beta \leqslant -1\%$	98						
$-1\% < \beta \leqslant 0$	100						
$0 < \beta \leqslant +1\%$	95						
$+1\% < \beta \leqslant +2\%$	90						
$+2\% < \beta \leqslant +3\%$	85						
$+3\% < \beta \leqslant +4\%$	80						
$+4\% < \beta \leqslant +5\%$	75						
$+5\% < \beta \leqslant +6\%$	70						
$+6\% < \beta \leqslant +7\%$	65						
$+7\% < \beta \leqslant +8\%$	60						
$+8\% < \beta \leqslant +9\%$	55						
$+9\% < \beta \leqslant +10\%$	50						
$+10\% < \beta$	45						

说明：各有效投标的评标价格 X_i 与基准价 M 的差异值 $\beta = (X_i - M)/M \times 100\%$。

二、问题

1. 该省电子招标投标的注册登记、获取招标文件的过程是否存在不妥当管理行为？请说明理由。

2. 根据招标文件评标办法的规定，请计算三家投标企业的商务标得分和最终加权得分。

3. B 企业技术标中的供电系统优化设计方案是否具有合理性？请说明理由。

4. 本工程采用电子招标投标，电子招标投标系统根据功能的不同分为哪几个平台？

三、分析与参考答案

1. 从电子招标投标交易平台获取招标文件的过程中，该省强行设置投标报名的前置条件限制外省施工企业 A 下载招标文件是不妥当的。国家发展改革委和住房城乡建设部等八部委公布第 20 号令《电子招标投标办法》中明确规定："除本办法和技术规范规定的注册登记外，任何单位和个人不得在招标投标活动中设置注册登记、投标报名等前置条件限制潜在投标人下载资格预审文件或者招标文件"。2019 年 5 月 19 日，国务院办公厅转发国家发展改革委《关于深化公共资源交易平台整合共享的指导意见》(国办函[2019] 41 号) 文件中，也要求系统梳理公共资源交易流程，取消没有法律法规依据的投标报名等事项。

2. 根据招标文件中评标办法的规定，计算三家投标企业的商务标得分和最终加权得分：

(1) 商务标的评标基准价为：$M =$ (8600 + 8100 + 7600) ÷3 = 8100 万元

(2) A 企业的商务标差异值：$\beta =$ (8600－8100) ÷8100 = 6.17%，查表 1H420023-2 得分为：65 分

B 企业的商务标差异值：$\beta =$ (8100－8100) ÷8100 = 0，查表 1H420023-2 得分为：100 分

C 企业的商务标差异值：$\beta =$ (7600－8100) ÷8100 = −6.17%，查表 1H420023-2 得分为：88 分

(3) 最终加权得分 = M1×A1 + M2×A2，计算并填入表 1H420023-3：

评分汇总及得分换算表　　表 1H420023-3

评审内容	标准分	分值代号	权重	A 企业		B 企业		C 企业	
				标准得分	加权得分	标准得分	加权得分	标准得分	加权得分
技术部分	100	M1	40%	50	20	56	22.4	45	18
商务部分	100	M2	60%	65	39	100	60	88	52.8
最终加权得分合计					59		82.4		70.8

3. B 企业技术标中的供电系统优化设计方案具有合理性，《民用建筑电气设计标准》GB 51348—2019 第 4.2.1 款规定，变配电所应深入或靠近负荷中心，该工程负荷中心即主生产线附近，这样供电母线、电缆的长度可以减少，电压损失较少，电气元器件规格相应减小，供电效率高，可有效降低工程总投资。

4. 电子招标投标系统根据功能的不同，分为交易平台、公共服务平台和行政监督平台。

【案例1H420020-2】

一、背景

某火力发电厂建设工程总投资额 50000 万元。该工程以 PC 的承包形式进行了公开招标，共有 A、B、C、D、E 五家承包商参与投标。经资格预审，E 公司因是民营企业而被取消投标资格。E 公司提出抗议，但未被采纳。评标委员会由 8 人组成，全部由建

设单位的领导和一名工程技术人员组成。在评标过程中A公司因实力较强但报价偏高，评委与其协商让其总价下浮5%。遭到A公司拒绝。

评标答疑过程中，当评委问B公司如何进行设备监造时，B公司回答将派有资质的专业技术人员驻厂监造，并认真进行出厂前设备的验收、包装和发运，当问及监造大纲还应包括哪些内容时，B公司无以对答。

中标单位回答锅炉烟风道上的非金属补偿器作用及其设计要求完全正确（安装示意图如图1H420023所示）。

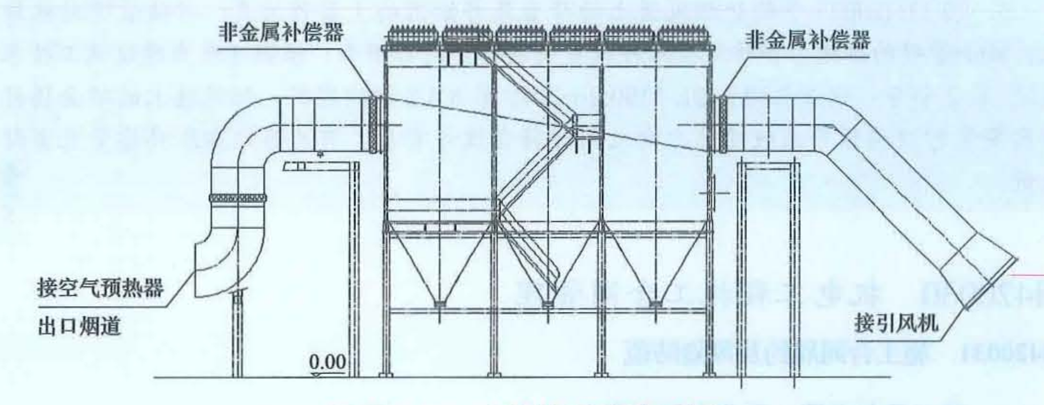


图1H420023 锅炉烟风道安装示意图

二、问题

1. E公司提出抗议是否合理？说明理由。

2. 本案例中评标委员会构成存在哪些问题？

3. 简述A公司拒绝下浮总价的法律依据。

4. 设备监造大纲主要应包括哪些内容？

5. 图1H420023中的非金属补偿器有什么作用？施工安装时有哪些要求？

三、分析与参考答案

1. E公司抗议合理。因为《中华人民共和国招标投标法》明确规定，招标人非法限定投标人的所有制形式属于不平等招标。本案例是公开招标，招标人取消E公司投标资格就属于违法行为。

2. 从评标委员会构成要求入手分析，本案例评标委员会构成存在的问题有：

（1）评委不应是8人，应为5人以上奇数组成；

（2）评标委员会不应全部是建设单位人员，还应有从专家库中随机抽取的专家；

（3）评委专家缺经济专家；

（4）技术和经济专家人数未达到评委总人数的2/3以上。

3. 从《中华人民共和国招标投标法》规定入手，既然是招标而不是议标，就要充分体现公开、公平、公正，一旦公布，即不可更改，否则就不公平、公正，也避免暗箱操作之嫌。故A公司拒绝下浮总价符合《中华人民共和国招标投标法》规定。

按《中华人民共和国招标投标法》规定，公布后的报价不得更改。故A公司做法正确。

4. 设备监造的目的是确保设备的制造质量。因此，考虑监造大纲内容，就应从与施工现场质量管理相类似的管理方案出发分析，设备监造大纲主要内容包括：

（1）制定监造计划及进行控制和管理措施；

（2）明确监造单位；

（3）明确监造过程及全程监造或重点部位监造；

（4）配备有资质的监造技术人员；

（5）明确监造的技术要点和验收实施要求。

5. 图 1H420023 中锅炉烟风道上的非金属补偿器的主要作用是：补偿管道的热伸长，减小管壁的热胀力和作用在阀件或支架结构上的作用力。根据《电力建设施工技术规范 第 2 部分：锅炉机组》DL 5190.2—2019 第 8.3.2 款的规定，烟风道上的非金属补偿器安装时应确保导流板安装方向及间隙符合设计要求，有足够的膨胀补偿量且密封良好。

1H420030 机电工程施工合同管理

1H420031 施工合同履约及风险防范

一、施工承包合同、专业分包合同

1. 合同管理内容

合同管理的内容包括：合同评审、合同订立、合同实施计划、合同实施控制、合同管理总结。

2. 施工承包合同

（1）施工合同文本

一般都由协议书、通用条款、专用条款组成。除合同文本外，合同文件一般还包括：中标通知书，投标书及其附件，有关的标准、规范及技术文件，图纸、工程量清单、工程报价单或预算书等。在合同订立及履行过程中形成的与合同有关的文件均构成合同文件组成部分。

（2）合同文件的优先顺序

合同通用条款规定的优先顺序：中标通知书（如果有）；投标函及其附录（如果有）；专用合同条款及其附件；通用合同条款；技术标准和要求；图纸；已标价工程量清单或预算书；其他合同文件。也可根据项目的具体情况在专用合同条款内约定合同文件的优先顺序。原则上应把文件签署日期在后的和内容重要的排在前面，即更加优先。所有合同文件中包括合同当事人就该项合同文件所做出的补充和修改，属于同一类内容文件的，应以最新签署的为准。专用合同条款及其附件须经合同当事人签字或盖章。

（3）合同中的承包人（项目经理）

1）项目经理应为合同当事人所确认的人选，并在专用合同条款中明确项目经理的姓名、职称、注册执业证书编号、联系方式及授权范围等事项，项目经理经承包人授权后代表承包人负责履行合同。项目经理应是承包人正式聘用的员工，承包人应向发包人提交项目经理与承包人之间的劳动合同，以及承包人为项目经理缴纳社会保险的有效证明。承包

人不提交上述文件的，项目经理无权履行职责，发包人有权要求更换项目经理，由此增加的费用和（或）延误的工期由承包人承担。

2）项目经理应常驻施工现场，且每月在施工现场时间不得少于专用合同条款约定的天数。项目经理不得同时担任其他项目的项目经理。项目经理确需离开施工现场时，应事先通知监理人，并取得发包人的书面同意。项目经理的通知中应当载明临时代行其职责的人员的注册执业资格、管理经验等资料，该人员应具备履行相应职责的能力。

3）承包人需要更换项目经理的，应提前14天通知发包人及监理单位，并征得发包人书面同意，发包人要求更换不称职的项目经理的，书面通知中应当载明要求更换的理由。

承包人违反上述约定的，应按照专用合同条款的约定，承担违约责任。

3. 专业工程分包合同

（1）专业工程分包合同主要内容

1）专业工程分包合同示范文本的结构和主要条款、内容与施工承包合同相似。

2）分包合同内容的特点是：既要保持与主合同条件中相关分包工程部分规定的一致性，又要区分两个合同主体之间的差异。分包合同所采用的语言文字和适用的法律、行政法规及工程建设标准一般应与主合同相同。

（2）项目施工总承包单位的工作

1）向分包人提供与分包工程相关的各种证件、批件和各种相关资料，向分包人提供具备施工条件的施工场地。

2）组织分包人参加图纸会审，向分包人进行设计图纸交底。

3）提供本合同专用条款中约定的设备和设施。

4）为分包人提供施工所要求的场地和通道等。

5）负责施工场地的管理工作，协调分包人与同一施工场地的其他施工人员之间的交叉配合，确保分包人按照经批准的施工组织设计进行施工。

（3）专业工程分包人的主要责任和义务

1）除非合同条款另有约定，分包人应履行并承担总包合同中与分包工程有关的发包人的所有义务与责任，同时应避免因分包人自身行为或疏漏造成发包人违反发包人与业主间约定的合同义务的情况发生。

2）分包人须服从发包人下达的或发包人转发监理工程师与分包工程有关的指令。未经发包人允许，分包人不得以任何理由越过发包人与业主或监理工程师发生直接工作联系，分包人不得直接致函业主或监理工程师，也不得直接接受业主或监理工程师的指令。如分包人与业主或监理工程师发生直接工作联系，将被视为违约，并承担违约责任。

二、机电工程项目分包合同范围

机电工程总承包单位进行项目分包时应考虑的因素：

1. 总承包合同约定的或业主指定的分包项目；不属于主体工程，总承包单位考虑分包施工更有利于工程的进度和质量的分部工程；一些专业性较强的分部工程分包，分包单位必须具备相应的企业资质等级以及相应的技术资格，如锅炉、压力管道、压力容器、起重、电梯技术资格。

2. 签订分包合同后，若分包合同与总承包合同发生抵触时，应以总承包合同为准，分包合同不能解除总承包单位的任何义务与责任。分包单位的任何影响到业主与总承包单

位间合同的违约或疏忽，均为总承包单位的违约行为。因此，总承包单位必须重视并指派专人负责对分包单位的管理，保证分包合同和总承包合同的履行。

3. 只有业主和总承包单位才是工程施工总承包合同的当事人，分包单位根据分包合同也应享受相应的权利和承担相应的责任。分包合同必须明确规定分包单位的任务、责任及相应的权利，包括合同价款、工期、奖罚等。

4. 分包合同条款应写得明确和具体，避免含糊不清，也要避免与总承包合同中的业主发生直接关系，以免责任不清。应严格规定分包单位不得把工程转包给其他单位。

5. 作业分包管理是机电工程承包合同管理的重要组成部分。

三、合同风险主要表现形式及防范

1. 合同风险的主要表现形式

合同风险指合同中的不确定因素，是由工程的复杂性决定的，它是工程风险、业主资信风险、外界环境风险的集中反映和体现。主观性合同风险和客观性合同风险的主要表现形式如下：

（1）合同主体不合格。

（2）合同订立或招标投标过程违反建设工程的法定程序。

（3）合同条款不完备或存在着单方面的约束性。

（4）签订固定总价合同或垫资合同的风险。固定总价合同由于工程价格在工程实施期间不因价格变化而调整，承包人需承担由于工程材料价格波动和工程量变化所带来的风险。

（5）业主违约，拖欠工程款。

（6）履约过程中的变更、签证风险。

（7）业主指定分包单位或材料供应商所带来的合同风险。

2. 合同风险防范要点

（1）规范合同行为，诚信守法。

（2）加强合同评审、评估、管控。认真组织合同评审，评估各项风险，选派高水平的人员参与谈判，加强合同风险在合同执行期间的管理和控制。

（3）加强索赔管理。以合同为依据，用索赔和反索赔来弥补或减少损失。

（4）管控、转移、规避、消减风险。针对合同风险，灵活采用消减风险、转移风险、共担风险等管控风险方法。

四、国际机电工程项目合同风险防范措施

1. 项目所处的环境风险防范措施

（1）政治风险防范

政治风险主要指项目所在国政局动荡、战争、汇兑限制和政府违约。防范措施：特许权协议必须得到东道国政府的正式批准，并对项目付款义务提供担保。向国家出口信用保险公司投保政治保险。

（2）市场和收益风险防范

市场和收益风险主要指市场价格的变化而关联的收益损失的风险和业主资金链发生问题而出现停付或延后支付工程款的风险。防范措施：在特许协议中，由东道国政府对项目付款义务提供担保（主权担保）。

（3）财经风险防范

财经风险主要指利率、汇率、外汇兑换率、外汇可兑换性等，例如，在金融风暴期间，一些国际项目的业主支付的本国货币汇率大幅下跌，从而增加汇兑损失的风险。防范措施：就目前国际金融状况而言，项目融资全部以美元贷款，通过远期外汇买卖、外汇买卖掉期、货币期权等金融工具进行汇率风险的规避。随着人民币国际化进程的加快，尤其是"一带一路"沿线国家与中国的货币互换规模的扩大，国际项目中使用人民币支付工程款的比例上升，有助于降低国际项目的财经风险。

（4）法律风险防范

法律风险主要指涉及相关法律法规的更改和变化所引起的项目成本增加或收入减少等风险。防范措施：明确因违约、歧义、争端的仲裁在双方都认可的第三国进行。

（5）不可抗力风险防范

不可抗力风险主要指超出通常状况下所能预料的范围或程度的自然灾害所带来的风险。防范措施：对可投保的各种不可抗力风险进行保险。

2. 项目实施中自身风险防范措施

（1）建设风险防范

建设风险主要指项目建设期间工程费用超支、工期延误、工程质量不合格、安全管理薄弱等。防范措施：通过招标竞争选择有资信、有实力的承包商。在特许经营期的设计上，完工风险采用东道国政府和项目公司共同承担。

（2）营运风险防范

营运风险主要指在整个营运期间承包商能力影响项目投资效益的风险。防范措施：运行维护委托专业化运行单位承包，降低运行故障及运行技术风险。

（3）技术风险防范

技术风险主要指设计、设备、施工所采用的标准、规范。防范措施：委托专业化监造单位在过程中严格控制施工质量和设备制造质量，关键技术采用国内成熟的设计、设备、施工技术。

（4）管理风险防范

管理风险主要指项目在建设、运营过程中有因管理不善而导致亏损的风险。防范措施：提高项目融资风险管理水平，提高项目精细化管理能力。

1H420032 总包与分包合同的实施

一、合同分析

1. 分析合同风险，例如，签订的是长建设周期的固定总价合同或垫资合同，则项目资金的回笼风险和预测利润实现的风险相对较大。制定风险对策，分解、落实合同任务。

2. 分析合同中的漏洞，澄清有争议的内容。包括：合同的法律基础、承包人的主要任务、发包人的责任、合同价格、计价方法、价格补偿条件、施工工期、顺延惩罚条款、合同变更方式、违约责任、验收、移交和保修、索赔程序和争执的解决等。

二、合同交底

1. 组织分包单位与项目有关人员进行交底，学习、分析合同条文，熟悉合同中的主要内容、规定和程序，了解合同双方的责任和工作范围、各种行为的法律后果等。

2. 将各项任务和责任分解，落实到具体部门、人员或分包单位，明确工作要求和目标。

三、合同控制

1. 合同跟踪与控制。在合同期内，就工作范围、质量、进度、费用及安全等方面的合同执行情况与合同条文所规定内容进行对比。内容包括：工程变更；工程质量是否符合合同要求；工期有无延长，原因是什么；有无合同规定以外的施工任务；成本的增加和减少；对各施工单位所负责的工程进行跟踪检查、协调关系，保证工程总体质量和进度。

2. 合同实施的偏差分析。内容包括：产生偏差的原因分析；合同实施偏差的责任分析；合同实施趋势分析。

3. 合同实施的偏差处理。根据合同实施偏差的分析报告，确定应该采取的调整措施。调整措施可以分为：组织措施；技术措施；经济措施；合同措施。

四、工程分包单位管理

1. 总承包单位对分包单位及分包工程的施工管理，应从施工准备、进场施工、工序交验、竣工验收、工程保修以及技术、质量、安全、进度、工程款支付等进行全过程的管理。

2. 总承包单位应派代表对分包单位进行管理，对分包工程施工进行有效控制和记录，保证分包工程的质量和进度满足工程要求，保证分包合同的正常履行，保证总承包单位的利益和信誉。

3. 分包单位工作中的停检点应在自检合格的前提下，由总包单位检查合格后报请监理（业主代表）进行检查。分包单位对开工、关键工序交验、竣工验收等过程经自行检验合格后，均应事先通知总承包单位组织预验收，经认可后由总承包单位通知业主组织检查验收。

4. 总承包单位应及时检查、审核分包单位提交的分包工程施工组织设计、施工技术方案、质量保证体系、质量保证措施、安全保证体系及措施、施工进度计划、施工进度统计报表、工程款支付申请、隐蔽工程验收报告和竣工交验报告等文件资料，提出审核意见并批复。

5. 若因分包单位责任造成重大质量事故或安全事故，或因违章造成重大不良后果的，总承包单位可按合同约定终止分包合同，并按合同追究其责任。

6. 分包工程竣工验收后，总包单位应组织有关部门对分包工程和分包单位进行综合评价。

1H420033　合同的变更与终止

一、合同变更的分类与成立条件

1. 合同变更分类

约定变更和法定变更。

2. 合同变更的成立条件

（1）合同关系已经存在。

（2）合同内容发生变化。如工程变更主要包括工程量变更、工程项目变更、进度计划变更、施工条件变更、合同当事人的变化等。设计变更主要包括更改有关标高、基线、位

置和尺寸等。

（3）经合同当事人协商一致，或者法院、仲裁庭裁决，或者援引法律直接规定。

（4）如果法律、行政法规对合同变更方式有要求，则应遵守这种要求。

3. 变更的范围

除专用合同条款另有约定外，合同履行过程中发生以下情形的，应进行变更：

（1）增加或减少合同中任何工作，或追加额外的工作；

（2）取消合同中任何工作，但转由他人实施的工作除外；

（3）改变合同中任何工作的质量标准或其他特性；

（4）改变工程的基线、标高、位置和尺寸。

4. 变更的实施

（1）发包人可以取消任何工作，但不得随意转由他人实施。否则属于违约行为，且涉嫌肢解分包。

（2）在分包商不能按合同约定的质量、进度等条件完成工作，且无有效措施予以纠正时，发包人有权将工作或部分工作交与第三方进行，费用从分包商进度款中扣除或在分包商的履约保函中扣除。

（3）承包人收到监理人下达的变更指示后，认为不能执行，应立即提出不能执行该变更指示的理由。承包人认为可以执行合同变更的，应当书面说明实施该变更对合同价格和工期的影响，且合同当事人应当按照合同变更约定的定价原则确定变更价款。

5. 合同变更定价的原则及程序

除专用合同条款另有约定外，工程变更定价按以下情况处理：

（1）已标价工程量清单或预算书有相同子目的，按照相同子目单价认定。

（2）已标价工程量清单或预算书中无相同子目，但有类似子目的，参照类似子目的单价认定。

（3）变更导致实际完成的变更工程量与已标价工程量清单或预算书中列明的该项目工程量的变化幅度超过规定的，或已标价工程量清单或预算书中无相同子目及类似子目单价的，按照合理的成本与利润构成的原则，由合同当事人商定或确定变更工作的单价。

（4）承包人应在收到变更指示后的规定日期内，向监理提交变更调价申请。监理应在收到承包人提交的变更调价申请后的规定日期内审查完毕并报送发包人，监理对变更调价申请有异议，通知承包人修改后重新提交。发包人应在承包人提交变更调价申请后的规定日期内审批完毕。发包人逾期未完成审批或未提出异议的，视为认可承包人提交的变更调价申请。

（5）因变更引起的价格调整应计入最近一期的进度款中支付。

二、合同的终止与解除

1. 合同的终止

根据《民法典》规定，合同权利义务终止的原因有：因履行完毕而终止；因解除而终止；因抵销而终止；合同因提存而终止；合同因免除债务而终止；合同因混同而终止。

2. 合同的解除

合同解除是指在合同有效成立之后至合同没有履行完毕之前，当事人双方通过协议或者一方行使约定或法定解除权的方式，使当事人设定的权利义务关系终止的行为。

（1）合同解除的特征：是以有效成立的合同为对象；须具备必要的解除条件；应当通过解除行为；效果是合同关系消灭。

（2）合同解除可分为约定解除和法定解除。

（3）合同解除后，尚未履行的，终止履行；已经履行的，根据履行情况和合同性质，当事人可以要求恢复原状、采取其他补救措施，并有权要求赔偿损失。

1H420034 施工索赔的类型与实施

一、索赔的起因与分类

1. 索赔的起因

（1）合同当事方违约，不履行或未能正确履行合同义务与责任。

（2）合同错误，如合同条文不全、错误、矛盾等，设计图纸、技术规范错误等。

（3）合同变更；工程环境变化，包括法律、物价和自然条件的变化等。

（4）不可抗力因素，如恶劣气候条件、地震、疫情、洪水、战争状态等。

2. 索赔的分类

（1）按照索赔目的和要求分类：工期索赔，一般指承包人向业主或者分包人向承包人要求延长工期；费用索赔，即要求补偿经济损失，调整合同价格。

（2）按照索赔事件的性质分类：有工程延期索赔；工程加速索赔；工程变更索赔；工程终止索赔；不可预见的外部障碍或条件索赔；不可抗力事件引起的索赔；其他索赔，如货币贬值、汇率变化、物价变化、政策法令变化等原因引起的索赔。

（3）按索赔的有关当事人分类：总包方与业主之间的索赔；总包方与分包方之间的索赔；总包方与供应商之间的索赔；总包方向保险公司的索赔。其中承包商向业主的索赔又分为以下几类：有因合同文件引起的索赔；有关工程施工的索赔；有关价款方面的索赔；有关工期的索赔；特殊风险和人力不可抗拒灾害的索赔；工程暂停、终止合同的索赔；财务费用补偿的索赔等。

二、承包人向发包人提起的索赔

1. 承包人可以提起索赔的事件

（1）发包人违反合同给承包人造成时间、费用的损失。

（2）因工程变更（含设计变更、发包人提出的工程变更、监理工程师提出的工程变更，以及承包人提出并经监理工程师批准的变更）造成的时间、费用损失。

（3）由于监理工程师对合同文件的歧义解释、技术资料不确切，导致施工条件的改变，造成了时间、费用的增加。

（4）发包人提出提前完成项目或缩短工期而造成承包人的费用增加。

（5）发包人延误支付期限造成承包人的损失。

（6）对合同规定以外的项目进行检验，且检验合格，或非承包人的原因导致项目缺陷的修复所发生的损失或费用。

（7）非承包人的原因导致工程暂时停工造成了损失。

（8）物价上涨、法规变化及其他原因造成了损失。

2. 索赔成立的前提条件

应该同时具备以下三个前提条件：

（1）与合同对照，事件已造成了承包人工程项目成本的额外支出，或直接工期损失。

（2）造成费用增加或工期损失的原因，按合同约定不属于承包人的行为责任或风险责任。

（3）承包人按合同规定的程序和时间提交索赔意向通知和索赔报告。

三、施工索赔的几个关键环节

通常合同文件是索赔的最主要依据，订立合同所依据的或在专用条款内约定适用法律、法规、标准、规范及工程建设惯例也可作为依据。在进行施工索赔时要注意如下环节：

1. 提出索赔意向书

（1）索赔意向书递交监理工程师后应经主管监理工程师签字确认，必要时施工单位负责人、现场负责人及现场监理工程师、主管监理工程师要一起到现场核对。

（2）索赔意向书送交监理工程师签字确认后要及时收集证据，收集的证据要确凿，理由要充分，所有工程费用和工期索赔应附有现场工程监理工程师认可的记录和计算资料及相关的证明材料。

（3）辨别何种原因导致索赔及起止日期计算方法。

1）延期发出图纸引起的索赔。由于为施工前准备阶段，该类项目一般只进行工期索赔，相应施工机械进场，达到施工程度因未有详细图纸不能进行施工时应进行机械停滞费用索赔。

2）恶劣的气候条件导致的索赔。分为工程损失索赔及工期索赔。在建项目未投保时，应根据合同条款及时进行索赔。该类索赔计算方法：在恶劣气候条件开始影响的第一天为起算日，恶劣气候条件终止日为索赔结束日。

3）工程变更导致的索赔。分为工程施工项目已进行施工又进行工程施工项目增加或局部尺寸、数量变化等而引起的索赔。计算方法：承包人收到监理工程师书面工程变更指令或发包人下达的变更图纸日期为起算日，变更工程完成日为索赔结束日。

4）以承包人之能力不可预见事件引起的索赔。由于在工程投标时存在图纸不全等情况，有些项目承包人无法作正确计算，如特殊地质情况等，该类项目一般索赔工程数量增加或需重新投入新工艺、新设备等。计算方法：在承包人未预见的情况开始出现的第一天为起算日，终止日为索赔结束日。

5）由外部环境影响引起的索赔。这是属于发包人的原因，由于外部环境影响如征地拆迁、道路封闭、用地的出入权和使用权等而引起的索赔。根据监理工程师批准的施工计划影响的第一天为起算日，经发包人协调或外部环境影响自行消失日为索赔事件结束日。该类项目一般进行工期及工程机械停滞费用索赔，以及索赔人员窝工费用。

6）监理工程师指令导致的索赔。以收到监理工程师书面指令时为起算日，按其指令完成某项工作的日期为索赔事件结束日。

7）其他原因导致的承包人的索赔，视具体情况确定起算和结束日期。

2. 做好同期记录

从索赔事件起算日起至索赔事件结束日止，认真做好同期记录，记录的内容要完整。当索赔事件造成现场损失时，还应注意现场照片、录像资料的完整性，且粘贴打印说明后请监理工程师签字。

3. 提交详细情况报告

在索赔事件的进行过程中，承包人应向监理工程师提交索赔事件的阶段性详细情况报告，说明索赔事件目前的损失款额影响程度及费用索赔的依据。

4. 提交最终索赔报告

（1）当索赔事件所造成的影响结束后，承包人应在合同规定的时间内向监理工程师提交最终索赔详细报告，形成正式文件，同时抄送、抄报相关单位。

（2）承包人的正式索赔文件有：索赔申请表、批复的索赔意向书、编制说明、附件等。包括本项费用或工期索赔有关的各种往来文件，承包人发出的与工期和费用索赔有关的证明材料及详细计算资料。

四、施工索赔的注意事项

1. 索赔时效。索赔事件发生后，承包人必须在合同约定的时间内提出索赔。

2. 承包人必须按照合同约定的程序进行，否则可能会丧失索赔利益的实现。

3. 施工索赔实现的关键是承包人提供的证据确实充分。

4. 施工索赔是单方主张权利要求，经对方签字确认后即成为索赔凭证，在双方未能协商一致的情况下，仲裁或诉讼是施工索赔最后的救济手段。

5. 施工索赔的解决方式。可以依据《建设工程施工合同》约定的程序，由承包人提出，经双方友好协商、调解解决。承包人还可以委托律师向仲裁机构申请仲裁或向人民法院提起诉讼解决。

【案例1H420030-1】

一、背景

A公司以EPC交钥匙总承包模式中标非洲北部某国一机电工程项目，中标价2.5亿美元。合同约定，总工期36个月，支付币种为美元。设备全套由中国制造，所有技术标准、规范全部执行中国标准和规范。工程进度款每月10日前按上月实际完成量支付，竣工验收后全部付清，工程进度款支付每拖欠一天，业主需支付双倍利息给A公司。工程价格不因各种费率、汇率、税率变化及各种设备、材料、人工等价格变化而作调整。

施工过程中，A公司发生了下列情况：

（1）当地发生短期局部战乱，造成工期延误30天，窝工损失30万美元；

（2）原材料涨价，增加费用150万美元；

（3）所在国劳务工因工资待遇罢工，工期延误5天，共计增加劳务工工资50万美元；

（4）美元贬值，损失人民币1200万元；

（5）进度款多次拖延支付，影响工期4天，经济损失（含利息）40万美元；

（6）所在国税率提高，税款比原来增加50万美元；

（7）遭遇百年一遇的大洪水，直接经济损失20万美元，工期拖延10天；

（8）中央控制室接地极施工时，A公司以镀锌角钢作为接地极，遭到业主制止，要求用铜棒作接地极，双方发生分歧；

（9）负荷试运行时，出现短暂停机，粉尘排放浓度和个别设备噪声超标，经修复、改造及反复测试，各项技术指标均达到设计要求，业主及时签发竣工证书并予以结算。

二、问题

1. A 公司中标的工程项目包含哪些承包内容?

2. 国际机电工程总承包除项目实施中的自身风险外，还存在哪些风险?

3. A 公司可向业主索赔的工期和费用金额分别是多少?

4. 业主要求用铜棒作接地极的做法是否合理? 简述理由。双方协调后，可怎样处理?

5. 负荷运行应符合的标准有哪些?

三、分析与参考答案

1. 包含：设计、设备和材料采购，土建和安装施工，试运行直至投产运行（无负荷试运行、负荷试运行直至达产达标交钥匙）。

2.（1）政治风险;（2）市场和收益风险;（3）财经风险（利率、汇率风险）;（4）法律风险;（5）不可抗力风险。

3. EPC 总承包模式总价包干、不做调整，因此原材料涨价、税率提高、美元贬值均不能索赔；由于A公司自身原因造成的事件不可索赔，如本国劳务工罢工；发生不可抗力事件，如短期局部战乱、百年一遇的大洪水，仅可索赔工期，费用各自承担；由于业主原因造成的损失，可索赔费用和工期。

可索赔工期：30 + 4 + 10 = 44 天；可索赔费用：40 万美元。

4. 不合理，因为镀锌角钢作接地极符合中国规范（合同规定执行中国标准和规范），业主要求属于提高技术标准。

处理方法：双方协调继续按 A 公司方案施工；如果按业主要求必须使用铜棒作接地极，业主应补材料价差及其他损失。

5. 负荷运行应符合的标准有：

（1）生产装置连续运行，生产出合格产品。

（2）负荷试运行的主要控制点正点到达，装置运行平稳、可靠。

（3）不发生重大设备、操作、人身事故，不发生火灾和爆炸事故。

（4）环保设施做到“三同时”，不污染环境。

（5）负荷试运行不得超过试车预算，达到预期的经济效益指标。

【案例1H420030-2】

一、背景

某污水处理厂的土建工程由B公司承担；A公司中标设备安装工程，并负责设备的采购，合同工期为214天（3月1日—9月30日），并约定工期提前1天奖励2万元，延误1天罚款2万元。合同签订后，项目开始施工。

因B公司的原因，污水处理厂的土建工程延误了10天才交付给A公司进行设备安装，使A公司开工时间延后了10天。施工过程中，因供货商的原因，A公司订购的不锈钢阀门延误15天到货，A公司施工人员对该阀门进行了外观质量检查，阀体完好，开启灵活，立即安装于管路上。监理工程师发现后，要求将不锈钢阀门拆下进行检验，后经试验合格又重新安装。因以上两事件造成设备安装计划延误，A公司向建设单位申请工期顺延25天，被建设单位拒绝。A公司施工人员加班赶工，最终使污水处理厂的设备安装工程在9月20日完成。

设备安装工程完成后，建设单位因当地环保管理部门的要求，于9月21日未经工程验收擅自投入使用。使用3天后，发现设备安装存在质量问题，部分不锈钢管道接头的焊缝渗漏严重，被迫停止使用。经查，是焊工违反工艺纪律，造成焊缝存在大量气孔，造成管接头液体渗漏。建设单位要求A公司施工人员返工抢修，经加班赶工，于9月30日通过验收。在污水处理厂工程的竣工结算中，A公司向建设单位要求38万元的工期奖励费用。

二、问题

1. 送达施工现场的阀门应进行哪些试验？如何实施？

2. 不锈钢管道焊接后的检验内容有哪些？

3. 项目部可以向建设单位要求多少万元的工期提前奖励费？说明理由。

4. 本工程的质量问题由哪个单位负责修理？保修证书有哪些内容？

三、分析与参考答案

1. 送达施工现场的不锈钢阀门应进行壳体的压力试验和密封试验。阀门的壳体试验压力为阀门最大允许工作压力的1.5倍，密封试验为阀门最大允许工作压力的1.1倍，试验持续时间不得少于5min。试验的水中氯离子含量不得超过25ppm。

2. 不锈钢管道焊接后的检验内容有：外观检验，致密性试验，强度试验，焊缝无损检测。

3. A公司可以向建设单位要求38万元的工期提前奖励费。B公司晚移交作业面而延误的工期是建设单位与B公司的合同执行问题。A公司只与建设单位有合同关系，建设单位延迟向A公司交付工作面而造成A公司绝对工期因此缩短10天，建设单位应给予A公司20万元的补偿。建设单位在9月21日擅自使用，以占有建设工程之日（9月21日）为竣工日期，所以本工程实际工期是195天，合同工期214天，工期提前了19天，故建设单位给予A公司38万元补偿。至于建设单位是否向B公司进行费用索赔，应依据建设单位与B公司的合同约定。

4. 本工程的质量问题是A公司造成的，由A公司负责修理并承担修理费用。在工程竣工验收的同时，由A公司向建设单位发送机电安装工程保修证书，保修证书的内容主要包括：工程简况，设备使用管理要求，保修范围和内容，保修期限，保修情况记录，保修说明，保修单位名称、地址、电话、联系人等。

【案例1H420030-3】

一、背景

A集团公司（建设单位）与B安装公司（施工单位）就某大型管网安装工程签订了施工合同，合同中有以下一些条款：

（1）项目实施过程中，施工单位要按监理工程师批准的施工组织设计（或施工方案）组织施工，施工单位不再承担因施工方案不当引起的工期延误和费用增加的责任。

（2）项目开工前，建设单位要向施工单位提供场地的工程地质资料和地下主要管网线路资料，供施工单位施工时参考。

（3）无论建设单位是否参加隐蔽工程的验收，当其提出对已经隐蔽的工程重新检验的要求时，施工单位应按要求进行剥露，并在检验合格后重新进行覆盖或者修复。检验

如果合格，建设单位承担由此发生的经济支出，赔偿施工单位的损失并相应顺延工期。检验如果不合格，施工单位则应承担发生的费用，工期应予顺延。

（4）施工单位应按协议条款约定时间向建设单位提交实际完成工程量的报告。建设单位工程师代表接到报告7天内按施工单位提供的实际完成的工程量报告核实工程量（计量），并在计量24小时前通知施工单位。

B安装公司为加快进度，保证质量，根据管道用途、技术要求、连接方式和安装工艺，结合工程现状进行实测，该工程采用公司的国家级工法；用“BIM技术进行管道工厂化预制”确定了预制的对象和可预制的程度，采用BIM技术完成了相关管线的综合设计三维模型，导出的管段单线图作为管道工厂化预制的加工依据。

工程开工后，B安装公司项目部组织规划了管道工厂化预制场地，编制了施工方案和技术交底，并对管道安装前的现场进行了检查。

二、问题

1. 请分别指出以上合同条款中的不妥之处。

2. 针对合同条款中的不妥之处应如何改正？

3. 施工方案应包括哪些内容？

4. 施工组织设计交底有何要求？

5. 规划管道工厂化预制场地有哪些要求？

三、分析与参考答案

1. 合同条款中的不妥之处：

第（1）款中，“施工单位不再承担因施工方案不当引起的工期延误和费用增加的责任”不妥；

第（2）款中，“供施工单位施工时参考”不妥；

第（3）款中，“检验如果不合格，工期应予顺延”不妥；

第（4）款中，“建设单位工程师代表接到报告7天内按施工单位提供的实际完成的工程量报告核实工程量（计量）”不妥。

2. 针对合同条款中不妥之处的改正：

（1）施工单位按监理工程师批准的施工组织设计（或施工方案）组织施工，不应承担非自身原因引起的工期延误和费用增加的责任。或者，施工单位按监理工程师批准的施工组织设计（或施工方案）组织施工，也不应免除施工单位应承担的责任。

（2）保证资料（数据）真实、准确，作为施工单位现场施工的依据。

（3）工期不予顺延。

（4）建设单位工程师代表应按设计图纸对质量合格的已完工程量进行计量。

3. 施工方案应包括内容：

工程概况、编制依据、施工程序、施工方法（含技术要求和质量标准）、进度计划、资源配置计划、安全技术措施、质量管理措施、施工平面布置等。

4. 施工组织设计交底要求：

（1）工程开工前，施工组织设计的编制人员应向施工人员作施工组织设计交底，以做好施工准备工作。

（2）施工组织设计交底的内容包括：工程特点、难点、主要施工工艺及施工方法、进度安排、组织机构设置与分工及质量、安全技术措施等。

5. 规划管道工厂化预制场地的要求：

（1）预制场地的确定。根据工程规模、预制工艺流程、选定的设备情况，进行预制场地的选址、需用面积的确定，并合理布置设备。

（2）预制模块的布置。根据连接方式的不同，选择相应规模的预制场地进行预制模块的布置，如：原料存储复检模块、下料切割模块、螺纹加工连接模块、焊接组对连接模块、质量检测模块、试压试验模块、标识认知模块、成品仓储模块等。

（3）预制设备的定位布置。根据各功能模块的需求，进行预制设备的定位布置，确定操作工位，形成流水生产线。

【案例1H420030-4】

一、背景

某低热值煤发电工程项目中，设计安装2台350MW超临界直接空冷机组，配套2台1198t/h超临界循环流化床锅炉。一次中间再热、直接空冷抽汽凝汽式汽轮发电机组、空冷发电机，采用炉外湿法脱硫方式，同步建设SNCR脱硝装置，预留SCR脱硝装置、湿式除尘空间。其中甲为建设单位，乙为总承包单位，丙为施工单位，丁为监理单位。

丙施工单位在开工前编制施工进度计划（图1H420034），经审核后上报监理，总监理工程师审批同意。

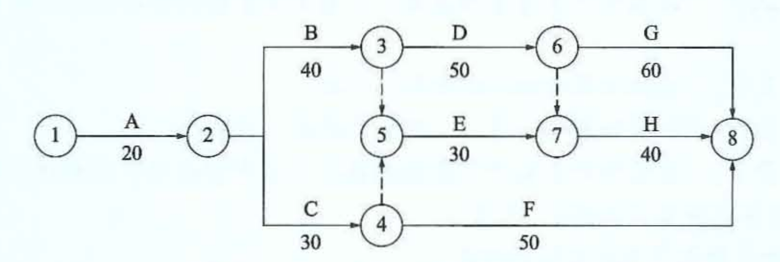


图1H420034 施工进度计划（天）

G工作由于连续降雨累计20天，导致实际施工80天完成，其中15天降雨超过当地50年气象资料记载的最大强度，乙总承包单位及时提出20天的索赔要求。

在大板梁吊装方案论证过程中，总承包单位先后经历二次论证，论证持续时间为10天，乙总承包单位及时提出10天的索赔要求。

在调试除尘设备时，监理工程师发现丙施工单位没有按技术规程要求进行调试，有较大安全质量隐患，要求立即整改。丙施工单位用1.5天时间整改验收后同意复工。丙施工单位向丁监理单位总监理工程师提交费用索赔和工程延期的申请。

经总监理工程师积极组织协调，该项目工程运行平稳，进度、质量、安全等各项指标都取得很好的效果。

二、问题

1. 对G工作，乙总承包单位及时提出20天的索赔要求是否正确？说明理由。

2. 说明在大板梁吊装方案论证时间上，乙总承包单位提出10天的索赔错误的原因。

3. 调试除尘设备，丙施工单位向丁监理单位总监理工程师提交费用索赔和工程延期的申请是否妥当？

4. 调试除尘设备索赔处理的程序。

5. 通常项目监理机构组织协调的方法有几种？

三、分析与参考答案

1. 不正确。G工作施工过程连续降雨累计20天，其中15天属于有经验承包方不能合理预见的，5天是承包单位应承担的风险。

2. 因为方案论证的费用和时间是承包单位应承担的。

3. 不妥当。甲建设单位与丙施工单位没有合同关系；调试除尘设备属施工单位原因。

4. 调试除尘设备索赔处理程序：

1）丙施工单位向乙总承包单位提出索赔，乙总承包单位向丁监理单位提出索赔意向书。

2）监理单位收集与索赔有关的资料。

3）监理单位受理乙总承包单位提交的索赔意向书。

4）总监理工程师对索赔申请进行审查，初步确定费用额度和延期时间，与乙总承包单位和建设单位协商。

5）总监理工程师对索赔费用和工程延期做出决定。

5. 项目监理机构组织协调的方法有：会议协调法、交谈协调法、书面协调法、访问协调法和情况介绍法。

1H420040 机电工程设备采购管理

1H420041 工程设备采购工作程序

一、工程设备采购工作的阶段划分

设备采购工作是从建立组织开始，经采买、催交、检验，直到最后一批产品通过检验为止。通常将设备采购管理分为三个阶段，即准备阶段、实施阶段和收尾阶段。

（一）准备阶段

准备阶段的主要工作包括：建立组织、执行设备采购程序；需求分析、市场调查；确定采购方式和策略；编制采购计划。

1. 建立组织、执行设备采购程序

（1）成立采购小组。根据设备的重要程度、采购难易程度、技术复杂程度、预估资金占用量的大小，成立设备采购小组。

（2）执行设备采购程序。设备采购小组的采买行为应符合《中华人民共和国招标投标法》及相关规定的要求。

2. 需求分析、市场调查

（1）需求分析。对拟采购的设备的技术水平、制造难易程度、特殊的检查仪表或器材

要求、第三方监督检查要求（如果合同有要求的话）、对监造人员的特殊要求、售后服务的要求等做一个全面、细致的分析。

（2）市场调查。重点调查原材料的供给情况、类似设备的制造业绩情况、潜在厂商的任务饱满度、类似设备的市场价格或计价方式、类似设备的加工周期、不同的运输方式的费用情况等。

3. 确定采购方式和策略

（1）对潜在供货商的要求

1）能力调查。调查供货商的技术水平、生产能力、生产周期。

2）地理位置调查。调查潜在供货商的分布，地理位置、交通运输对交货期的影响程度。

例如，超大型设备的制造和运输，若供货商的制造基地远离港口，就很难满足采购方整体到货的要求。若大宗设备制造，远离项目所在地，则运输周期和费用都会大大降低该供货商中标的概率。

（2）确定采购策略

确定采购策略就是确定采购招标方式。确定公开招标、邀请报价、单独合同谈判的方式。

1）公开招标：对于市场通用产品、没有特殊技术要求、标的金额较大、市场竞争激烈的大宗设备、永久设备应采用公开招标的方式。

2）邀请报价：对于采购的标的物数量较少、价值较小、制造高度专业化的情况，可采用邀请报价的方式。

3）单独合同谈判：对于拥有专利技术的设备、为使采购的设备与原有设备配套而新增购的设备、为保证达到特定的工艺性能或质量要求而提出的特定供货商提供的设备、特殊条件下（如抢修）为了避免时间延误而造成更多花费的设备，宜采用单独合同谈判的方式。

4. 编制采购计划

（1）设备采购计划的主要内容

设备采购计划的主要内容包括：采购工作范围、采购内容及管理标准、采购信息（包括产品、服务、数量、技术标准和质量规范）；检验方式和标准、供方资质审核要求、采购控制目标和措施。

（2）设备采购过程的里程碑计划

设备采购应服务于项目的总体进度计划。设备采购计划应结合项目的总体进度计划、施工计划、资金计划进行编制，避免盲目性。

例如，根据项目的总体进度安排，制订设备采购招标、订单、监造计划、检验运输里程碑计划等，以保证设备能按项目的总体进度计划到达安装地点，避免项目后期安装的设备在项目初期到达，占用资金，增大保管成本。

（二）实施阶段

采办小组的主要工作包括：接收请购文件、确定合格供应商、招标或询价、报价评审或评标定标、召开供应商协调会、签订合同、调整采购计划、催交、检验、包装及运输等。

（三）收尾阶段

采办小组的主要工作包括：货物交接、材料处理、资料归档和采购总结等。

二、工程设备采购工作的要求

1. 保证设备质量

必须严格按设计文件要求的质量标准进行采购、检查和验收。对于重型、重要设备，如大型锻压机、汽轮发电机、轧机、石油化工设备，应进行设备监造或第三方认证。

2. 保证采购进度

以项目整体进度为着眼点，综合采用监造、催交、催运等手段，严格按拟定的设备采购周期进行控制，使设备采购与施工进度合理衔接，处理好接口关系，以保证项目能按计划运行。

例如，设备主装置、需要先期施工的设备及关键线路上的设备应优先采购。

3. 保证采购价格合理

三、设备采购文件的组成

设备采购文件由设备采购技术文件和设备采购商务文件组成。

（一）设备采购技术文件

设备采购技术文件包括设备请购书及请购书附件。

1. 设备请购书

设备请购书的内容包括：供货范围；技术要求和说明、质量标准；图纸、数据表；检验要求；供货商提交文件的要求等。

2. 请购设备的技术要求

（1）设计规范和标准；特殊设计要求；底图和蓝图的份数、电子交付物的要求；操作和维修手册的内容和所需份数；图纸和文件的审批。

（2）对制造设备的材质的要求；设备材料的表面处理和防腐、涂漆要求。

（3）设备工艺负荷说明；超载能力和裕度要求；设备性能曲线。

（4）控制仪表的要求；电气和公用工程技术数据。

（5）指定用途、年限的备品备件清单。

（6）检验证书和报告；其他有关说明。

3. 请购书附件

请购书附件内容包括：数据表、技术规格书、图纸及技术要求、特殊要求和注意事项等。

（二）设备采购商务文件

1. 设备采购商务文件组成

设备采购商务文件的内容包括：询价函及供货一览表；报价须知；设备采购合同基本条款和条件；包装、唛头、装运及付款须知；确认报价回函（格式）。

2. 设备采购商务文件的修订

设备采购商务文件常采用标准通用文件，在执行某一特定项目时，应根据项目合同及业主的要求把通用商务文件修改为适合该设备使用的设备采购商务文件。

（三）向潜在供货商发出设备采购商务文件

设备采购技术文件和商务文件组成设备采购文件后，即可按采买计划，依照程序规定向已经通过资质审查的潜在供货商发出。

四、设备采购文件编制要求

1. 设备采购文件的编制、审核及批准

（1）设备采购文件由项目采购经理根据相关程序进行编制。

（2）经过编制、技术参数复核、进度（计划）工程师审核、经营（费控）工程师审核，由项目经理审批后实施。

（3）若实行公开招标或邀请招标的，还要将该文件报招标委员会审核，由招标委员会批准后实施。

2. 设备采购文件的编制依据

设备采购文件的编制依据包括：工程项目建设合同、设备请购书、采购计划及业主方对设备采购的相关规定等文件。

1H420042 工程设备采购询价与评审

一、设备采购询价的工作程序

选择合格供货商→招标文件（询价文件）的编制和发放→询价和报价文件的接收→报价的评价→报价评审结果交业主确认（若项目合同有此规定）→召开厂商协调会并决定中标厂商→签订购货合同。

二、选择合格供货厂商

（一）预询价

在 EPC 项目投标阶段，投标单位要根据业主（建设）方提出的要求及项目的主要参数制定项目采购的总体方案，对项目的主要材料和设备参数进行初步框定，按框定的材料和设备参数向供货商询价，作为 EPC 项目进行项目总承包报价的依据。

（二）合格供货商的资格审查内容

对于准备进入采购系统的合格供货商，资格审查要按各集团公司的程序进行。审查的内容主要有：

1. 供货商所取得的制造许可是否满足该类设备制造。
2. 供货商的生产装备和技术水平是否满足该类设备制造要求，并能保证产品质量和进度。
3. 供货商执行合同的信誉。
4. 供货商经营管理和质保体系运行状态。
5. 上年和当时的财务状态。
6. 当年的生产负荷状况。
7. 同型号或类似设备的制造业绩。
8. 供货商制造场地至建设现场的运输条件。
9. 外协件来源及质量、外协厂家成套能力、资金状况和履行合同的信誉。

（三）公开招标的供货商名录

设备采购实行公开招标时，由招标人通过公众媒体发出招标公告，对所有参与投标的潜在供货商需进行资格审查。已通过资格审查的潜在供货商均可参与投标。

（四）邀请招标的供货商名录

1. 形成“短名单”。

在项目实施过程中，设备采购方为了避免不同技术档次、信誉档次、产品质量档次的供货商之间进行恶性竞标，往往在已有的合格供货商名录中，挑选更加符合设备供货要求的潜在供货商，形成“短名单”。

2. 严格按程序进行“短名单”筛选。

入选“短名单”规则的制定、评审工作流程；审定人员（评委）资格的认定；形成的“短名单”的报批；由监督部门监督检查其公正性，并经建设方或上级主管部门审批。

3. 结合设备的实际，审查潜在供货商的资质文件。

（五）审查潜在供货商

1. 供货商的地理位置

审查供货商的地理位置，以能方便地取得原材料、方便地进行成品运输为关注点，一般以距建设现场或集货港口比较近为宜。关注是否有方便的陆上交通或水路航道。

2. 装备能力

审查供货商的装备能力，力求与拟采购设备的制造要求相匹配。例如，特种设备的生产单位必须取得相应的制造许可；需要整体热处理的超大反应器，制造厂没有与之相适应的热处理炉，则该厂将不能进入该设备采办的后续流程。

3. 生产任务安排与项目的进度协调

审查供货商生产任务的饱满程度，以期供货商的生产安排与项目的进度要求协调一致。

4. 供货商的信誉

审查供货商的信誉。通过走访、调查、交流等手段，了解潜在供货商的企业信誉。

三、设备采购评审

（一）技术评审

设备采购小组应在开标后尽快组织相关专家，按《中华人民共和国招标投标法》的规定，进行投标文件的评审。评审包括技术评审、商务评审和综合评审。

1. 技术评审组织

技术评审由项目设计经理组织，由相关专业的专家进行（可外聘专家）。

2. 技术评审的依据

以设备采购招标文件中的技术评审规定为依据，对供货商的技术标书进行评审。

3. 供货商的评价推荐

在对供货商评价合格的基础上做横向比较并排出推荐顺序。

（二）商务评审

1. 商务评审的组织

商务评审由采购工程师（或费控工程师）组织，由相关专业的专家进行评审（可外聘专家）。

2. 综合评价，排出推荐顺序

（1）综合评价的规定

1）对于技术评审不合格的厂商不再做商务评审；

2）设备采购招标文件（询价商务文件）和厂商的商务报价；

3）未列入评标办法的指标不得作为商务评标的评定指标。

（2）对供货商的评价、推荐

1）对照招标书逐项对各潜在供货商的商务标的响应性做出评价，重点评审供货商的价格构成是否合理并具有竞争力。

2）推荐供货商应严格按经过批准的评标办法进行。

3）对各潜在供应商的商务报价做横向比较并排出推荐顺序。

3. 按程序报请审批

（三）综合评审

1. 综合评审的组织

（1）采购经理在技术评审和商务评审的基础上组织综合评审；

（2）评审人员由有相关专业的专家组成，按规定的程序进行评审。

2. 评价、审批

（1）综合评审既要考虑技术，也要考虑商务，应从质量、进度、费用、执行合同的信誉、同类产品业绩、交通运输条件等方面综合评价并排出推荐顺序。

（2）项目经理依据推荐的供货商排名审批评审结果。对于价格高、制造周期长的重要设备还需要按程序报请业主（如果合同上有规定的）和上级主管单位审批。

（3）如报价突破已经批准的预算，则需要从费控工程师开始逐级办理审批手续。

（4）按程序报请审批。最终按经过批准的修正预算进行控制。

1H420043　工程设备监造大纲与监造工作要求

一、编制工程设备监造大纲

（一）设备监造大纲的编制依据

设备监造大纲的编制依据包括：设备供货合同；国家有关法规、规章、技术标准；设备设计（制造）图纸、规格书、技术协议；设备制造相关的质量规范和工艺文件。

（二）设备监造大纲的内容

1. 制定监造计划及进行控制和管理的措施；

2. 明确设备监造单位，若外委则需签订设备监造委托合同；

3. 明确设备监造过程，有设备制造全过程监造和制造中重要环节的监造；

4. 明确有资格的相应专业技术人员到设备制造现场进行监造工作；

5. 明确设备监造的技术要点和验收实施要求。

二、设备监造的要求

（一）监造人员的要求

1. 监造人员应具有本专业丰富的设备制造、检验经验，熟悉相关专业标准。

2. 监造人员应专业配套，熟练掌握监造设备合同技术规范、生产技术标准、工艺流程以及补充技术条件的内容。

3. 掌握质量管理基本知识，能进行质量管理体系审核。

4. 掌握所监造设备的生产工艺及质量影响的因素。

5. 具备一定的组织协调能力，有高度的责任感，善于处理问题。

6. 思想品德好，作风正派，身体健康。

（二）设备监造审查的内容

1. 审查制造单位质量管理体系；生产工艺文件和质量验收文件；质量检查验收报告。

2. 审查原材料、外购件的质量证明书和复验报告。

3. 审查设备制造过程中的特种作业文件，审查特种作业人员资格证。

4. 现场见证，如外观质量、规格尺寸、制造加工工艺等。停工待检点见证。

（三）审核质量保证体系文件

1. 与监造过程相关的质量管理体系文件，如程序文件及作业工艺文件。

2. 设备制造过程中不合格品控制及其纠正措施控制程序。

3. 监造记录、检查监督员工作定期报表等。

三、监督点的设置

根据设备监造的分类，设置监督控制点，包括对设计过程中与合同要求的差异的处置。主要监督点的设置要求：

（一）停工待检（H）点设置

1. 针对设备安全或性能最重要的相关检验、试验而设置。

2. 重要工序节点、隐蔽工程、关键的试验验收点或不可重复试验验收点。

3. 停工待检（H）点的检查重点之一是验证作业人员上岗条件要求的质量与符合性。

例如，压力容器的水压试验就属于停工待检点。监督人员须按标准规定监视作业，确认该点的工序作业。

（二）现场见证（W）点设置

1. 针对设备安全或性能重要的相关检验、试验而设置。

2. 监督人员在现场进行作业监视。

例如，因某种原因监督人员未出席，则制造厂可进行此点相应的工序操作，经检验合格后，可转入下道工序，但事后必须将相关的结果交给监督人员审查认可。

（三）文件见证（R）点设置

1. 制造厂提供质量符合性的检验记录、试验报告、原材料与配套零部件的合格证明书或质保书等技术文件。

2. 设备制造相应的工序和试验已处于可控状态。

四、监造工作要求

（一）日常巡检

1. 由监造人员现场检查。

2. 日常巡检内容：

（1）检查制造单位执行工艺纪律情况、工序质量情况、各种工艺文件的贯彻情况。

（2）不合格品的处置以及标识、包装和发运情况。

（二）监造会议

1. 由监造机构或监造工程师组织。

2. 根据设备监造需要，召开相关单位、人员参加的协调会议，协调处理质量、进度等方面的问题。

（三）现场监督

1. 停工待检（H）点的监督

（1）控制点的检查。针对重要工序节点、隐蔽工程、关键的试验验收点或不可重复试验验收点，监造工程师必须按制造商提交的报检单中的约定时间，参加该控制点的检查。

（2）制造商未按规定提前通知监造人员参加现场监督，监造人员有权要求重新见证、现场检验。

（3）停工待检点需由监造工程师签证后，制造商方能转入下道工序。

2. 现场见证（W）点的监督

（1）监造工程师应对现场见证（W）点进行旁站监造。

（2）制造商需提前通知监造人员，监造人员在约定的时间内到达现场进行见证和监造。

（3）现场见证（W）点作业时应有监造人员在场对制造单位的试验、检验等过程进行现场监督检查，对符合要求的予以签认。

（4）制造商未按规定提前通知，致使监造人员不能参加现场监督，监造人员有权要求重新见证、现场检验。

（5）监造人员未按规定程序提出变更见证时间而又未能在规定时间参加见证时，制造商可进行下道工序。W 点则转为 R 点见证。

3. 文件见证（R）点的监督

（1）监造人员审查设备制造单位提供的文件，并对符合要求的予以签认。

（2）主要检查的内容

1）原材料、元器件、外购件、外协件的质量证明文件；

2）生产工艺文件、进度计划、技术方案；

3）制造过程中的检验、试验记录；

4）人员资格证明。

（四）质量分析会

1. 召开质量分析会的目的

在设备制造过程中如发生质量问题，监造工程师应及时通知制造商处理，并组织有关单位召开质量分析会，分析原因，制定整改措施或预防措施，同时将相关情况以书面形式报告委托方。

2. 整改措施和预防措施的实施

（1）监造工程师应组织相关方召开周例会、月例会。

（2）就质量、进度、整改措施和预防措施的实施情况进行通报和总结。

（五）相关信息

1. 监造人员在监造过程中要记好监造日记

（1）记录每天监造检查工作内容及相关情况。

（2）发现、发生质量问题，应及时通知制造商处理，组织相关人员分析原因，制定纠正措施和预防措施。

（3）将相关情况以书面形式向委托方汇报。

2. 监造周报及月报

（1）监造工作小组每周一向委托方提交上周的“监造周报”，在每月规定日期前提交上月“监造月报”，“监造月报”应能全面反映设备监造过程中的质量、进度及问题处理情况。

（2）“监造周报”和“监造月报”内容：

1）设备制造进度情况，质量检查的内容；

2）发现的问题及处理方式；前次发现问题处理情况的复查；

3）监造人、时间等其他相关信息。

3. 监造总结

（1）设备监造工作结束后，监造工程师应编写设备监造工作总结；

（2）整理监造工作中的有关资料、记录等文件。

1H420044 工程设备检验要求

一、设备验收的主要依据

设备验收的主要依据为采购合同、相关技术文件标准和监造大纲。

（一）设备采购合同的主要内容

1. 与设备有关的全部参数、型号、数量、性能和其他要求。

2. 供货时间、备品备件数量要求。

3. 相关服务要求。如安装、使用、维护服务，施工过程的现场服务等。

（二）设备相关的技术文件、标准

1. 设计单位的设备技术规格书、图纸和材料清册。

2. 相关的国家标准、法规。

（三）监造大纲

设备采买单位制订的监造大纲。

二、设备验收的内容

设备验收的内容主要包括：核对验证、外观检查、运转调试检验和技术资料验收。

（一）核对验证

1. 核对设备的规格、型号、设备供货厂商、数量等。

2. 设备整机、各类单元设备及部件出厂时所带附件、备件的种类、数量等应符合制造商出厂文件的规定和定购时的特殊要求。

3. 关键原材料和元器件质量及质量证明文件复核，包括关键原材料、协作件、配套元器件的质量及质保书。设备复验报告中的数据与设计要求的一致性。关键零部件和组件的检验、试验报告和试验记录以及关键的工艺试验报告与检验、试验记录的复核。

4. 验证产品与制造商按规定程序审批的产品图样、技术文件及相关标准规定和要求的符合性。设备与重要设计图纸、文件与技术协议书要求的差异复核，主要制造工艺与设计技术要求的差异复核。

5. 购置协议的相关要求是否实现。核实变更的技术方案是否得到落实，查阅设备出厂试验的质量检验文件，是否符合设备采购合同的要求；查阅制造商提供的证明和说明出厂设备符合规定和要求所必需的文件和记录。

（二）外观检查

1. 主要检验内容

（1）设备的完整性、管缆布置、连接件、焊接结构件。

（2）工作平台、加工表面、非加工表面。

（3）外观、涂漆、贮存、接口。

（4）非金属材料、备件、附件专用工具。

（5）包装、运输、各种标志。

2. 检验要求

（1）符合供货商技术文件的规定和采购方的要求。

（2）产品标志应符合相关特定产品标准的规定。

（三）运转调试检验

1. 设备的调试和运转应按制造商的书面规范逐项进行。

2. 所有待试的动力设备，传动、运转设备应按规定加注燃油、润滑油（脂）、液压油、冷却液等。

3. 相关配套辅助设备均应处于正常状态。

4. 记录有关数据形成运转调试检验报告。

（四）技术资料的验收

1. 设备出厂验收文件一般称为设备随机文件，应为文本文件和电子文件。

2. 技术资料应符合国家、行业的有关法律法规和相关标准的规定。

三、设备施工现场验收要求

（一）设备施工现场验收的组织和参与人员

1. 由建设单位组织设备施工现场验收。

2. 参加验收人员：由建设单位、监理单位、设备供货厂商、施工方有关代表参加。

（二）设备验收的依据和验收步骤

1. 出厂设备验收。按设备采购合同与监造大纲，相关技术文件、标准、法规有关规定进行。

2. 进场设备验收。结合现场的实际，按规定的验收步骤实施。

（三）设备的包装、存放、开箱检查要求

1. 对进场设备包装物的外观检查，按进货检验程序规定实施。

2. 设备安装前的存放、开箱检查，按设备存放、开箱检查规定实施。

（四）进口设备验收及进场验收的规定

1. 进口设备验收前，首先应办理报关和通关手续。

2. 经商检合格后，再按进口设备的规定，进行设备进场验收工作。

【案例1H420040-1】

一、背景

某大型机电工程项目经过招标投标，由具有资质的安装公司承担机电安装工程和主要机械、电气设备的采购。安装公司组建了项目部，并在合同中明确了项目经理，进场后，按合同工期、工作内容、设备交货时间、逻辑关系及工作持续时间编制了施工进度计划（见表1H420044）。

在计划实施过程中，电气安装滞后10天，调试滞后3天。

设备订货前，安装公司认真对供货商进行了考查，并在技术、商务评审的基础上对供货商进行了综合评审，最终选择了各方均满意的供货商。同时，组建了设备监造小组进入供货厂开始工作。根据监造大纲编制了监造周报和月报。

在电气工程安装时，电气队对成套配电装置整定了以下内容：

（1）过电流保护整定：电流元件整定和时间元件整定。

（2）三相一次重合闸整定：重合闸延时整定和重合闸同期角整定。项目总工程师在送电前检查时，发现对成套配电装置的整定内容不全，要求电气队补充完善。

安装公司工作内容、逻辑关系及持续时间表　表 1H420044

工作内容	紧前工作	持续时间（天）
施工准备	—	10
设备订货	—	60
基础验收	施工准备	20
电气安装	施工准备	30
机械设备及管道安装	设备订货、基础验收	70
控制设备安装	设备订货、基础验收	20
调试	电气安装、机械设备及管道安装、控制设备安装	20
配套设施安装	控制设备安装	10
试运行	调试、配套设施安装	10

为保证设备试运行正常，在运行调试前，机械厂要求设备供货商进现场和安装公司一起进行了设备运转调试检验。

二、问题

1. 根据表 1H420044 计算总工期需多少天？电气安装滞后及调试滞后是否影响总工期？并分别说明理由。

2. 设备采购前的综合评审除考虑供货商的技术和商务外，还应从哪些方面进行综合评价？简述设备施工现场验收程序。

3. 监造周报和月报应包括哪些内容？

4. 电工队对成套配电装置的整定内容还应补充哪些？

5. 设备运转调试检验有何要求？

三、分析与参考答案

1. 根据表 1H420044 计算的总工期为：60 + 70 + 20 + 10 = 160 天。

电气安装滞后对总工期无影响，因为电气安装滞后不属于关键工作（或不在关键线路上）；调试滞后总工期将延误 3 天，因为调试属于关键工作（或在关键线路上）。

2.（1）设备采购前的综合评审除考虑供货商的技术和商务外，还应从质量、进度（交货期）、费用、执行合同的信誉、交通运输条件等方面考虑并进行综合评价。

（2）设备施工现场验收程序为：设备施工现场验收应由业主、监理、生产厂商、施工方有关代表参加。对进场设备包装物的外观检查，要求按进货检验程序规定实施。设备安装前的存放、开箱检查要求按设备存放、开箱检查规定实施。设备验收的具体内容，结合现场的实际，按规定的验收步骤实施。

3. 监造周报和月报应包括的内容有：设备制造进度情况，质量检查内容，发现问题及处理方式，前次发现问题处理情况的复查，监造人、时间等其他相关信息。

4. 电工队对成套配电装置的整定内容还应补充以下内容：

（1）过负荷告警整定：过负荷电流元件整定和时间元件整定。

（2）零序过电流保护整定：电流元件整定、时间元件整定和方向元件整定。

（3）过电压保护整定：过电压范围整定和过电压保护时间整定。

5. 设备运转调试检验的要求：

（1）设备的调试和运转应按制造商的书面规范逐项进行。

（2）所有待试的动力设备，传动、运转设备应按规定加注燃油、润滑油（脂）、液压油、冷却液等。

（3）相关配套辅助设备均应处于正常状态。

（4）记录有关数据，形成运转调试检验报告。

【案例1H420040-2】

一、背景

某安装公司总承包了一大型化工厂压缩机组的设备安装工程，合同约定：安装公司负责大型压缩机组设备的采购、安装和试运行，并组织人员对设备进行开箱检查，验收压缩机组。

安装公司按照市场公平竞争和优选厂商的原则，就压缩机组的型号、规格、数量、技术标准、到货地点、质量保证、运输手段、结算方式和产品价格与国外供货商签订了设备供货合同。安装公司派有经验的技术人员到国外驻厂进行设备监造，并审核了制定的质量保证体系文件。

压缩机组经进口设备运达施工现场后，安装公司组织人员对设备进行开箱检查验收。验收合格后，施工人员按照施工进度计划的安排和设备安装程序进行了安装就位，最后进入该工程项目的试运行阶段。

安装公司在试运行阶段前期做了充分的技术、组织和物资三个方面的准备工作。建设单位要求安装公司组织并实施单体试运行和联动试运行，由设计单位编制试运行方案。

联动试运行前进行了检查并确认：（1）已编制了试运行方案和操作规程；（2）建立了试运行组织，参加试运行人员已熟知运行工艺和安全操作规程，工程及资源环境的其余条件均已满足要求。符合要求后进行了设备的联动试运行。

二、问题

1. 审核的设备监造质量保证体系文件应包括哪些内容？

2. 进口设备验收及进场验收有哪些规定？

3. 设备验收有哪些主要依据？设备验收应包括哪些主要内容？

4. 安装公司在试运行阶段前期所做的技术准备包括哪些内容？

5. 按照试运行阶段的分工原则和试运行的条件，指出题目背景中的不妥之处并阐述正确的做法。

三、分析与参考答案

1. 审核的设备监造质量保证体系文件应包括以下内容：

（1）监造过程相关的质量管理体系文件，如程序文件及作业工艺文件。

（2）设备制造过程中不合格品控制及其纠正措施控制程序。

（3）监造记录、检查监督员工作定期报表等。

2. 进口设备验收及进场验收的规定：

（1）进口设备验收前，首先应办理报关和通关手续。

（2）经商检合格后，再按进口设备的规定，进行设备进场验收工作。

3. 设备验收的主要依据为采购合同、相关技术文件标准和监造大纲。

设备验收的内容主要包括：核对验证、外观检查、运转调试检验和技术资料验收。

4. 试运行阶段前期所做的技术准备包括：确认可以试运行的条件；编制试运行总体计划和进度计划；制定试运行技术方案；确定试运行合格评价标准。

5. 试运行阶段的不妥之处有：

（1）设备联动试运行不应该由安装公司组织，试运行方案也不应由设计单位编制。

正确的做法：联动试运行应由建设单位组建统一的领导指挥体系，明确各相关方的责任，负责提供各种资源，选用和组织试运行操作人员，并负责编制联动试运行方案。施工单位负责岗位操作的监护，处理试运行过程中机器、设备、管道、电气、自动控制等系统出现的问题并进行技术指导。

（2）试运行前检查并确认的两个条件中"已编制了试运行方案和操作规程"不妥，正确做法是：试运行方案需要经过批准；"建立了试运行组织，参加试运行人员已熟知运行工艺和安全操作规程"不妥，正确做法是：参加试运行的人员还要通过生产安全考试。

【案例1H420040-3】

一、背景

某施工单位（机电总承包单位）通过招标承接了一栋40层的商务楼的机电安装工程。合同规定，工程承包范围：给水排水系统、电气系统、空调通风系统、消防系统和电梯安装。工程所需的12部电梯和16台自动扶梯、4台冷水机组已由业主招标选定生产厂家，并与空调冷水机组制造厂签订了供货合同。

由于招标时，电梯和自动扶梯是包安装的，为方便施工管理，业主授权机电总承包单位按招标条件与电梯制造厂签订供货和工程安装合同。目标工期为210d，不可延误，每延误一天扣罚5万元人民币。

自动扶梯设备在进场时进行了验收，但安装试运行时（梯级安装如图1H420044所示），由于梯级轴承质量缺陷，损坏了梯级支撑结构，自动扶梯出现了质量事故，经返工返修后，电梯试运行合格，但整个工期推迟了30天，为此，业主扣罚机电总承包单位的安装费用，机电总承包单位提出扣罚的费用应由电梯制造厂来承担。

自动扶梯是特种设备，涉及人身安全，为了避免自动扶梯再次出现质量事故，机电总承包单位对电梯生产厂家进行质量保证体系的审核。

二、问题

1. 冷水机组、自动扶梯及电梯分别应由哪个单位负责监造？

2. 设备监造验收主要有哪些依据？

3. 自动扶梯设备进场验收的要求有哪些？

4. 业主扣罚机电总承包单位的安装费用是否正确？为什么？

5. 自动扶梯设备质量保证体系审核的技术文件包括哪些内容？

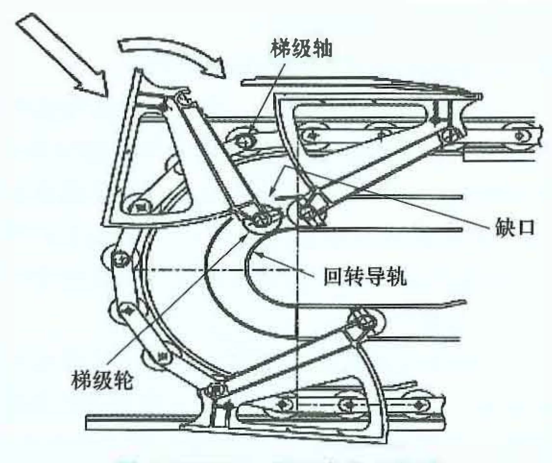


图 1H420044 梯级安装示意图

三、分析与参考答案

1. 冷水机组应由业主负责监造，因为冷水机组是由业主招标选定制造厂家，并与空调冷水机组制造厂签订了供货合同。

自动扶梯和电梯应由总承包单位负责监造。因为电梯是业主授权总承包单位按招标条件与制造厂签订供货和工程安装合同，其采购合同的主体是总承包单位和电梯厂家。

2. 设备监造验收的主要依据：

（1）设备订货合同，设备相关的参数、型号、数量、性能和其他要求，备品备件数量。

（2）设备安装、使用、维护说明书，施工全过程的现场服务。

（3）监造大纲，国家的规范、标准。

3. 自动扶梯设备进场验收的要求有：

（1）外观检查，涂漆、外观、接口、包装等不应有破损。

（2）核对验证，应检查设备随机文件、设备零部件是否与装箱单内容相符。

（3）技术资料验收，包括：随机文件、土建布置图，产品出厂合格证，门锁装置、限速器、安全钳及缓冲器等保证电梯安全部件的型式检验证书复印件，设备装箱单，安装、使用维护说明书，动力电路和安全电路的电气原理图。

4. 业主扣罚机电总承包单位的安装费用正确。

理由：因为招标时自动扶梯制造厂是包安装的，为方便施工管理，业主授权机电总承包单位按招标条件与制造厂签订供货和安装合同。因此，自动扶梯是机电总承包单位提供的，其罚款费用应由机电总承包单位负责。

但是制造厂的失误造成工期拖延,机电总承包单位可以根据供货合同的相应条款，向电梯制造厂追讨相关的费用。

5. 自动扶梯设备质量保证体系审核的技术文件包括：

（1）监造过程相关的质量保证文件，如程序文件及作业工艺文件。

（2）设备制造过程中不合格品控制及其纠正措施控制程序。

（3）监造记录、检查监督员工作定期报表。

1H420050 机电工程施工组织设计

1H420051 施工组织设计的编制要求

一、施工组织设计的类型

1. 按编制阶段分类

可分为标前施工组织设计和标后施工组织设计两种类型。

（1）标前施工组织设计又称施工组织设计纲要，是项目投标阶段依据初步设计和招标文件编制，对投标项目的施工布局做出总体安排以满足投标需要，是原则性的施工组织规划。

（2）标后施工组织设计是项目实施阶段依据施工组织设计纲要、施工图设计和合同文件编制，对实施项目的施工过程做出全面安排以满足履约需要，是可操作的施工组织规划。

2. 按编制对象分类

可分为施工组织总设计、单位工程施工组织设计和专项工程施工组织设计三种类型，属于标后施工组织设计。

（1）施工组织总设计：是以整体工程或若干个单位工程组成的群体工程为主要对象编制，对整个项目的施工全过程起统筹规划和重点控制作用，是编制单位工程施工组织设计和专项工程施工组织设计的依据。

（2）单位工程施工组织设计：是以单位（子单位）工程为主要对象编制，对单位（子单位）工程的施工过程起指导和制约作用的技术经济文件，是施工组织总设计的进一步细化。能直接指导单位（子单位）工程的施工管理和技术经济活动。

（3）专项工程施工组织设计：又称分部（分项）工程施工组织设计，是以分部（分项）工程或专项工程为主要对象编制，对分部（分项）工程或专项工程的施工过程起指导作用的技术经济文件。通常情况下，对于施工工艺复杂或特殊的施工过程，如施工技术难度大、工艺复杂、质量要求高、采用新工艺或新产品应用的分部（分项）工程或专项工程都需要编制详细的施工技术与组织方案，因此专项工程施工组织设计也称为施工方案。

二、施工组织设计编制原则

施工组织设计的编制必须遵循工程建设程序，并应符合下列原则：

1. 合规性原则

（1）遵守现行工程建设法律法规、方针政策、标准规范的规定。

（2）符合施工合同或招标文件中有关工期、质量、安全、造价等技术经济指标的要求。

（3）符合施工现场安全、防火、绿色施工、环境保护和文明施工的要求。

2. 先进性原则

（1）采取先进的施工技术和方法，如开发应用新技术、新工艺、新材料、新设备。

（2）推广应用建筑业十项新技术。

（3）推广应用建筑节能环保和绿色施工技术。

3. 科学性原则

（1）采取和运用科学的管理措施和方法，进行多方案的优化比选。

（2）遵循科学的施工程序和施工顺序，如采用流水施工和网络计划等方法，采取季节性施工措施等。

4. 经济性原则

（1）在确保施工安全和质量的前提下，具有指导性强的施工组织、进度计划、资源计划、成本控制、技术措施、效益分析等。

（2）合理配置资源，如综合平衡年度施工密度，改善劳动组织，实现连续均衡施工等，实现资源利用效率的最大化。

（3）现场布置紧凑，如提高场地利用率、减少施工用地等。

5. 适宜性原则

（1）满足工程实际情况，如具有针对工程特点、重点、难点的施工方法和保障措施。

（2）满足企业实际能力，如与企业的技术和管理水平，人员、资金和装备状况等有效结合。

（3）满足企业管理现状，如与企业管理制度，质量、环境和职业健康安全管理体系等有效结合。

三、施工组织设计编制依据

1. 与工程建设有关的法律法规、标准规范、工程所在地区行政主管部门的批准文件。

2. 工程施工合同、招标投标文件及建设单位相关要求。

3. 工程文件，如施工图纸、技术协议、主要设备材料清单、主要设备技术文件、新产品工艺性试验资料、会议纪要等。

4. 工程施工范围的现场条件，与工程有关的资源条件，工程地质、水文地质及气象等自然条件。

5. 企业技术标准、管理体系文件、管理制度、企业施工能力、同类工程的施工经验等。

四、施工组织设计编制内容

施工组织设计的编制内容包括：工程概况、编制依据、施工部署、施工进度计划、施工准备与资源配置计划、主要施工方法、主要施工管理措施及施工现场平面布置等。

1. 工程概况：包括项目主要情况、项目主要现场条件和专业设计简介等。

2. 编制依据：与施工组织设计编制有关的现行法律法规、部门规章、标准规范及企业相关制度等。

3. 施工部署：确定项目施工目标，包括进度、质量、安全、环境和成本等目标；确定项目分阶段（期）交付的计划；确定项目分阶段（期）施工的合理顺序及空间组织；对项目施工的重点和难点就组织管理和施工技术两个方面进行简要分析；明确项目管理组织机构形式，确定项目部的工作岗位设置及职责划分；对开发和应用的新技术、新工艺、新材料和新设备作出部署；对分包单位的资质和能力提出明确要求。

4. 施工进度计划：按照施工部署的安排进行编制，可采用网络图或横道图表示，并附必要说明。对于工程规模较大或较复杂的工程，施工进度计划宜采用网络图表示。

5. 施工准备与资源配置计划：施工准备包括技术准备、现场准备和资金准备；资源

配置计划包括劳动力配置计划和物资配置计划。

6. 主要施工方法：对项目涉及的单位（子单位）工程和主要分部（分项）工程所采用的施工方法进行简要说明；对项目涉及的危险性较大的分部分项工程，特别是超过一定规模的危险性较大的分部分项工程（如脚手架搭设工程、起重吊装工程等）、季节性施工等专项工程所采用的施工方案进行必要验算和说明，并编制相关的施工方案策划表。

7. 主要施工管理措施：包括进度管理措施、质量管理措施、安全管理措施、环境管理措施、成本管理措施等。

1H420052 施工方案的编制要求

一、施工方案的类型

施工方案也称为分部（分项）工程或专项工程施工组织设计，是依据施工组织设计，以分部（分项）工程或专项工程为对象编制的具体作业文件，是施工组织设计的细化和完善。

按施工方案所指导的内容可分为专业工程施工方案和专项施工方案两大类。

1. 专业工程施工方案：指以组织专业工程（含多专业配合工程）实施为目的，用于指导专业工程施工全过程各项施工活动需要而编制的工程施工方案。

2. 专项施工方案：按《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第 37 号）及相关安全生产法律法规中所规定的危险性较大的专项工程以及按照专项规范规定和特殊作业需要而编制的工程施工方案。

（1）专项施工方案的编制

施工单位应当在危险性较大的分部分项工程施工前组织工程技术人员编制专项施工方案。实行施工总承包的，应由施工总承包单位组织编制。危大工程实行分包的，其专项施工方案可由专业分包单位组织编制。

（2）专项施工方案的审核、实施

1）专项施工方案应当由施工单位技术负责人审核签字，加盖单位公章，并由总监理工程师签字、加盖执业印章后方可实施。

2）危险性较大的分部分项工程实行分包并由分包单位编制专项施工方案的，专项施工方案应当由总承包单位技术负责人及分包单位技术负责人共同审核签字，并加盖单位公章。

3）对于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。实行施工总承包的，由施工总承包单位组织召开专家论证会。专家论证前专项施工方案应当通过施工单位审核和总监理工程师审查。

（3）专家论证后的实施要求

1）论证意见为“修改后通过”的，施工单位应当根据论证意见修改完善后重新履行审批程序。

2）论证意见为“不通过”的，施工单位修改后应当重新组织专家论证。

二、施工方案编制原则

1. 遵循先进性、可行性和经济性兼顾的原则。

2. 突出施工重点和难点，制定可行的施工方法和保障措施。

3. 满足工程的质量、安全、工期要求，降低施工费用。

三、施工方案编制依据

与工程有关的法律法规、标准规范、施工合同、施工组织设计、设计文件、设备技术文件、施工现场条件、施工企业管理制度及同类工程施工经验等。

四、施工方案的编制内容及要点

1. 施工方案的编制内容

施工方案的编制内容主要包括：工程概况、编制依据、施工安排、施工进度计划、施工准备与资源配置计划、施工方法及工艺要求、质量安全环境保证措施等。

2. 施工方案的编制要点

（1）工程概况：要介绍工程的主要情况、设计和工程施工条件等。

（2）施工安排：应确定进度、质量、安全、环境、成本和绿色施工等目标；确定施工顺序及施工流水段；确定工程管理的组织机构及岗位职责；针对工程的重点和难点简述主要的管理和技术措施。

（3）施工进度计划：应根据施工安排的要求进行编制，采用网络图或横道图表示，并附必要说明。

（4）施工准备与资源配置计划：施工准备包括技术准备、现场准备和资金准备；资源配置计划包括劳动力配置计划和物资配置计划。尽量做到均衡施工。

（5）施工方法及工艺要求：应明确分部（分项）工程或专项工程施工方法并进行必要的技术核算；明确主要分项工程（工序）施工工艺要求；明确各工序之间的顺序、平行、交叉等逻辑关系；明确工序操作要点、机具选择、检查方法和要求；明确针对性的技术要求和质量标准；对易发生质量通病、易出现安全问题、施工难度大、技术含量高的分项工程（工序）等做出重点说明；对开发和应用的新技术、新工艺以及采用的新材料、新设备通过必要的试验或论证并制订计划；对季节性施工提出具体要求。

（6）质量安全环境保证措施：质量保证措施包括制定工序控制点，明确工序质量控制方法等；安全环境保证措施包括危险源和环境因素的辨识，确定重大危险源和重要环境因素，并制定相应的预防与控制措施。

五、危大工程专项施工方案的主要内容

根据《住房城乡建设部办公厅关于实施〈危险性较大的分部分项工程安全管理规定〉有关问题的通知》（建办质〔2018〕31号），危险性较大的分部分项工程专项施工方案的主要内容包括：工程概况、编制依据、施工计划、施工工艺技术、施工安全保证措施、施工管理及作业人员配备和分工、验收要求、应急处置措施、计算书及相关图纸九个方面的内容。

1. 工程概况：包括危大工程概况和特点，施工平面布置、施工要求和技术保证条件。

2. 编制依据：相关法律法规，规范性文件、标准、规范及施工图设计文件、施工组织设计等。

3. 施工计划：包括施工进度计划、材料、设备计划。

4. 施工工艺技术：包括技术参数、工艺流程、施工方法、操作要求、检查要求等。

5. 施工安全保证措施：包括组织保障措施、技术措施和监测监控措施等。

6. 施工管理及作业人员配备和分工：包括施工管理人员、专职安全管理人员、特种

作业人员和其他作业人员等的配备和职责分工。

7. 验收要求：指与施工安全有关的人员、机械设备、施工材料、施工环境、测量手段等施工条件及安全设施的验收确认，包括验收标准、验收程序、验收人员、验收内容。必须注意的是这里的“验收”不是工程质量验收。

8. 应急处置措施：指的是施工现场出现紧急情况时如何救治伤员和防止事态扩大的措施。

9. 计算书及相关图纸：指的是方案中的计算书及必要的计算简图和施工安全设施、装置的设计图纸等。

六、机电安装工程中涉及的超过一定规模的危险性较大的分部分项工程范围

1. 起重吊装工程：采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在100kN及以上。

2. 起重机械安装和拆卸工程：起重量大于等于300kN，或搭设总高度大于等于200m，或搭设基础标高大于等于200m。

3. 钢结构安装工程：跨度大于等于36m。

4. 大型结构整体顶升、平移、转体等施工工艺：重量大于等于1000kN。

七、施工方案优化

对施工方案进行技术经济评价是选择最优施工方案的重要环节之一。根据条件不同，可以采用多个施工方案，进行技术经济分析，选出工期短、质量好、材料省、劳动力安排合理、工程成本低的方案。

1. 施工方案的技术经济分析原则

（1）要有两个以上的方案，每个方案都要可行，方案要具有可比性，方案要具有客观性。

（2）由于涉及的因素多且复杂，一般只对一些主要的分部分项工程的施工方案进行技术经济分析评价。

2. 施工方案经济评价的常用方法是综合评价法

综合评价法公式：

$$E_j=\sum_{i=1}^{n}(A\times B) \qquad (1H420052)$$

式中 E_j——评价值；

n——评价要素；

A——方案满足程度（%）；

B——权值（%）。

用上述公式计算出最大的方案评价值 $E_{j\max}$ 就是被选择的方案。

3. 常用来进行技术经济分析的施工方案

（1）重、大设备或高精密、高价值设备的运输方案、吊装方案。

（2）被焊工件厚度或焊接工程量大，以及重要部位或有特殊材料的焊接方案。

（3）工程量或交叉施工量大的工程施工组织方案。

（4）传统作业技术和采用新技术、新工艺的方案。

（5）现场和工厂预制方案。

（6）综合系统试验及无损检测方案。

（7）特殊作业方案。

（8）关键过程技术方案等。

4. 施工方案的技术经济比较

（1）技术先进性比较

1）比较各方案的技术先进水平，如达到国家、行业、省市级水平等。

2）比较各方案的技术创新程度，如突破、填补空白、达到领先。

3）比较各方案的技术效率，如吊装技术中的起吊吨位、每吊时间间隔、吊装直径范围、起吊高度等；焊接技术中能否适应母材、焊接速度、熔敷效率、适应焊接位置等；无损检测技术中的单片、多片射线探伤等；测量技术中平面、空间、自动记录、绘图等。

4）比较各方案的创新技术点数，如该点数占本方案总的技术点数的比率。

5）比较各方案实施的安全性，如可靠性、事故率等。

（2）经济合理性比较

1）比较各方案的一次性投资总额；

2）比较各方案的资金时间价值；

3）比较各方案对环境影响的程度；

4）比较各方案的产值贡献率；

5）比较各方案对工程进度和费用的影响；

6）比较各方案的综合性价比。

（3）重要性比较

1）推广应用的价值比较，如社会（行业）进步等；

2）社会效益的比较，如资源节约、污染降低等。

1H420053　施工总平面布置

一、施工总平面布置的原则

1. 尽量减少施工用地并应符合节能、环保、安全、消防和文明施工等要求。

2. 总体布局合理，减少设备、材料二次搬运，保证施工道路畅通。

3. 施工区域的划分要符合总体施工部署和施工流程的要求，减少相互干扰。

4. 利用既有建（构）筑物和既有设施，降低临时设施的建造费用。

5. 临时设施设置应方便生产和生活，生产区、办公区和生活区按规定分开设置。

二、施工总平面布置的依据

1. 工程设计文件。

2. 总体施工部署、主要施工方案（如大型施工机械选型、布置及其作业流程的方案，各专业预制加工系统的工艺流程及其分区布置方案等）、施工总进度计划、主要资源配置计划（如材料设备总量及储备周期、材料设备供货及运输方式、项目设施需求计划等）、主要施工管理措施（如质量管理措施、安全管理措施、环境管理措施、成本管理措施等）。

3. 拟建临时设施的位置和面积，必备的安全、消防、保卫、环保设施等。

4. 工程施工场地状况，所在地区的自然条件、经济技术条件、当地的资源供应和运输条件等。

三、施工总平面布置的主要内容

1. 施工用地范围内的地形状况。

2. 全部拟建的建（构）筑物和其他基础设施的位置。

3. 施工用地范围内的加工设施、运输设施、存贮设施、供电设施、供水供热设施、排水排污设施、临时施工道路和办公、生活用房等。

4. 施工现场必备的安全、消防、保卫和环境保护等设施。

5. 相邻的地上、地下既有建（构）筑物及相关环境。

四、施工总平面的管理

1. 工程实行施工总承包的，施工总平面的管理由总承包单位负责；未实行施工总承包的，施工总平面的管理应由建设单位负责统一管理或委托某主体工程分包单位管理。

2. 施工分包单位对已批准的施工总平面布置，不得随意变动。分包单位的平面布置需要变动，需向施工总平面图管理单位提出书面申请报告，经批准后才能实施。

3. 应对施工总平面布置进行动态管理。随着工程施工进展，施工总平面布置也应进行相应改变，应根据不同的施工阶段绘制阶段性的施工总平面图。

1H420054 施工组织设计的实施

一、施工组织设计的审核及批准

1. 施工组织设计实施前应严格执行编制、审核、审批程序；没有批准的施工组织设计不得实施。

2. 施工组织设计编制，应坚持“谁负责实施，谁组织编制”的原则

（1）对于工程规模大、施工工艺复杂的工程、群体工程或分期出图的工程，可分阶段编制和报批。

（2）施工组织总设计由施工总承包单位组织编制。当工程未实行施工总承包时，施工组织总设计应由建设单位负责组织各施工单位编制。单位工程或专项工程施工组织设计由施工单位组织编制。

3. 施工组织设计编制、审核和审批

施工组织设计编制、审核和审批实行分级管理制度。

施工组织总设计应由总承包单位技术负责人审批后，向监理报批。单位工程施工组织设计应由施工单位技术负责人或技术负责人授权的技术人员审批；专项工程施工组织设计应由项目技术负责人审批；施工单位完成内部编制、审核、审批程序后，报总承包单位审核、审批；然后由总承包单位项目经理或其授权人签章后，向监理报批。工程未实行施工总承包的，施工单位完成内部编制、审核、审批程序后，由施工单位项目经理或其授权人签章后，向监理报批。

危险性较大的分部（分项）工程安全专项方案或专项工程的施工方案应按单位工程施工组织设计进行编制和审批。

二、施工组织设计交底

1. 工程开工前，施工组织设计的编制人员应向现场施工管理人员做施工组织设计交底，以做好施工准备工作。

2. 施工组织设计交底的内容包括：工程特点、难点；主要施工工艺及施工方法；施

工进度安排；项目组织机构设置与分工；质量、安全技术措施等。

三、施工方案交底

1. 工程施工前，施工方案的编制人员应向施工作业人员进行施工方案交底。除分项、专项工程的施工方案需进行技术交底外，涉及“四新”技术（即新产品、新材料、新技术、新工艺）以及特殊环境、特种作业等也必须向施工作业人员交底。

2. 交底内容为该工程的施工程序和顺序、施工工艺、操作方法、要领、质量控制、安全措施等。

3. 危大工程安全专项方案实施前，编制人员或者项目技术负责人应当向现场管理人员进行交底。施工现场管理人员应当向作业人员进行安全技术交底，并由双方和项目专职安全生产管理人员共同签字确认。

四、施工组织设计的实施

1. 施工组织设计一经批准，施工单位和工程相关单位应认真贯彻执行，未经批准不得擅自修改。对于施工组织设计的重大变更，须履行原审批手续。所指的重大变更包括：工程设计有重大修改；有关法律、法规、规范和标准实施、修订和废止；主要施工方法的重大调整；主要施工资源配置的重大调整；施工环境的重大改变等。

2. 工程施工前，应进行施工组织设计的逐级交底，使相关管理人员和施工人员了解和掌握施工组织设计的相关内容和要求。施工组织设计交底是项目施工各级技术交底的主要内容之一，是保证施工组织设计得以有效地贯彻实施的重要手段。

3. 各级生产及技术部门都要对施工组织设计的实施情况进行监督、检查，确保施工组织设计的贯彻执行。

【案例1H420050-1】

一、背景

某公司承接50万t/年聚甲氧基二甲醚工程。

A公司安排B施工队负责冷冻站丙烯压缩机厂房内设备、工艺管道安装（到车间外第一个法兰口）。

丙烯压缩机组由离心压缩机、汽轮机、联轴器及分离器、冷却器、润滑油站、高位油箱、干气密封系统、控制系统等辅助设备、系统组成，为方便施工及设备检修，车间设计一台30/5t桥式起重机（跨度30.5m）。

压缩机采用单缸结构，由2段6级组成，轴端密封采用干气密封，原动机采用NK25/29型汽轮机。汽轮机与压缩机之间采用膜片联轴器连接。整个机组由润滑油站提供润滑油，压缩机与汽轮机布置在公用底座上。压缩机的附属设备包括压缩机辅机容器（如进、排气缓冲器，冷却器和分离器等）和附属管道的安装。

施工单位进场后编制了项目施工组织设计及各项施工方案，并经监理工程师及业主批准实施。

在压缩机安装前，施工班组在地脚螺栓安放前，将预留孔中的杂物清理干净；并将地脚螺栓上的油污和氧化皮等清除干净，螺纹部分也涂抹了油脂；并在压缩机初步找平、找正后，请监理工程师验收。验收时，监理工程师认为压缩机地脚螺栓和垫铁的安装不符合规范要求（图1H420054-1），不予验收，要求A公司进行整改。

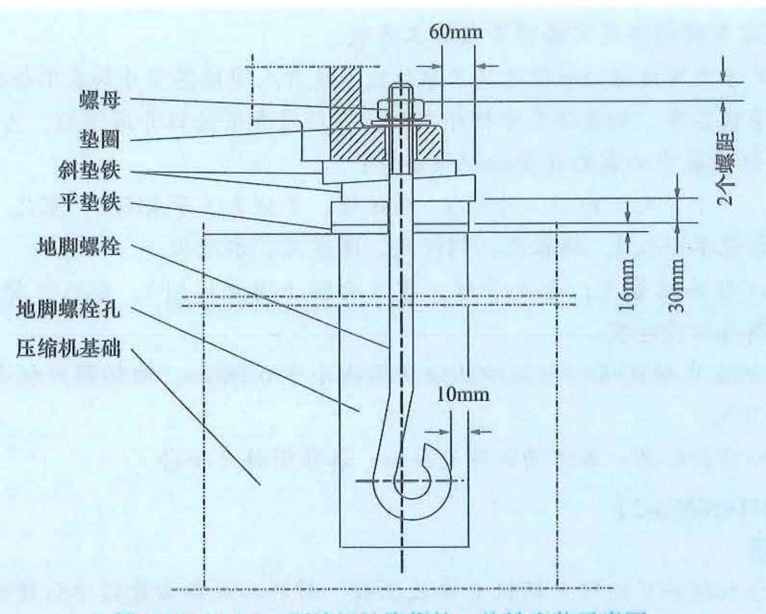


图 1H420054-1 压缩机地脚螺柱、垫铁安装示意图

A 公司施工项目部针对上述质量问题进行了调查，查找问题的原因，希望类似的问题在其他设备安装中不再发生。检查发现：施工方案中有垫铁和地脚螺栓的安装要求。专业工程师已对压缩机安装方案向施工班进行了技术交底，交底人和接受交底人都在交底记录上签了字。再查发现交底的内容有缺失，导致上述质量问题。

经整改后通过验收。按计划完成了压缩机组的全部安装工作，经试运行后，达到交工验收条件。

二、问题

1. A 公司成功中标该项目，A 公司至少已经获得哪几种特种设备的施工许可?

2. 压缩机安装中垫铁和地脚螺栓安装存在哪些质量问题? 在地脚螺栓孔灌浆后应形成的质量记录是什么?

3. 哪个设备的安装需要编制专项施工方案? 该方案在实施前需要履行怎样的审批手续?

4. 压缩机安装中必需的计量检测设备有哪些? 项目部对计量检测设备应该如何管理?

5. 压缩机空负荷试运行中对润滑油油压和温度有什么要求? 试运行合格的标准是什么?

三、分析与参考答案

1. A 公司已取得压力管道、起重机械的安装许可。

2. 压缩机安装中，垫铁和地脚螺栓安装存在的问题是：

地脚螺栓与孔壁的间距为 10mm，小于 15mm;

放置平垫铁，厚的放在中间，薄的放在下面;

斜垫铁露出设备底板外缘 60mm，不符合 10~50mm 规定。

地脚螺栓孔灌浆后应形成的质量记录有：隐蔽工程验收记录。

3. 桥式起重机的安装需编制专项施工方案。

专项施工方案实施前必须经过施工单位技术负责人审核签字并加盖单位公章，并由总监理工程师审核签字，加盖职业资格印章后，在经过专家论证并通过后，方可实施。

4. 压缩机安装中必需的计量检测设备有：

游标卡尺、千分尺（内径、外径）、螺纹规、千分表（带表架）、塞尺、水平仪（条式、框式、合像水平仪）、钢卷尺、钢板尺、深度尺、水准仪。

计量检测设备的管理：专人管理，建立台账（周检计划），专柜保管、分类存放、标识清楚，储存环境适宜。

5. 压缩机空负荷试运行中润滑油油压不得小于 0.1MPa，曲轴箱或机身内润滑油温度不能高于 70℃。

试运行合格的标准：各运动部件无异响；各紧固件无松动。

【案例1H420050-2】

一、背景

A 公司总承包某扩建项目的机电安装工程，材料和设备由建设单位提供。A 公司除自己承担主装置区设备安装外，非标制作、安装工程、防腐工程等均分包给具有相应施工资质的 B 分包商施工。考虑到该地区风多雨少的气候，建设单位将施工区域内紧靠河边的一所弃用学校的二层办公楼提供给 A 公司项目部，项目部安排二层教学楼的一层作材料工具库，二楼作现场办公室，楼旁临河边修建简易厕所和浴室，污水排入河中，并对其他空地做了施工平面布置，如图 1H420054-2 所示。

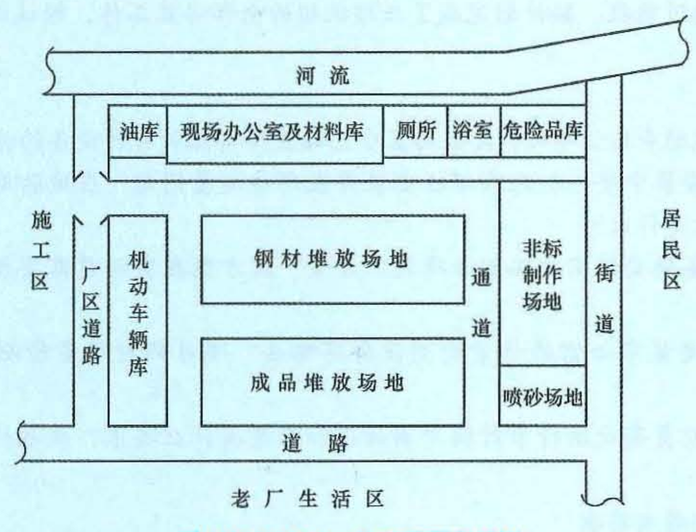


图 1H420054-2 施工平面布置图

开工前，A 公司项目部遵循“开源与节流相结合及项目成本全员控制的原则”签订分包合同，制定成本控制目标和措施。施工中由于计划多变、设计变更多、管理不到位等原因，造成工程实际成本严重超过预期。

B 分包商在露天采用 CO_2 气体保护焊进行非标结构焊接时，被 A 公司质检员制止。非标钢结构制作前，进行了高强度螺栓的检验。

二、问题

1. 项目部的施工平面布置，对安全和环境保护会产生哪些具体危害?

2. 施工平面布置应遵循哪些原则?

3. 项目部在施工阶段应如何控制成本?

4. 说明质检员在露天制作场地制止分包商继续作业的理由。应采取哪些措施以保证焊接质量?

5. 高强度螺栓连接应检验哪些内容?

三、分析与参考答案

1. 对安全和环境保护的具体危害包括:

(1) 油库、危险品库与现场办公、生产场地的安全距离不符合规定。

(2) 厕所、浴室排出的污水污染河道。

(3) 非标准件制作场地离居民区太近，易造成噪声和光污染。

(4) 喷砂场地与居民区距离太近，易造成空气(大气)或粉尘污染和噪声污染。

2. 施工平面布置应遵循的原则包括:

(1) 尽量减少施工用地并应符合节能、环保、安全、消防和文明施工等要求。

(2) 总体布局合理，减少设备、材料二次搬运，保证施工道路畅通。

(3) 施工区域的划分要符合总体施工部署和施工流程的要求，减少相互干扰。

(4) 利用既有建(构)筑物和既有设施，降低临时设施的建造费用。

(5) 临时设施设置应方便生产和生活，生产区、办公区和生活区按规定分开设置。

3. 施工阶段成本控制包括：分解落实计划成本，核算实际成本，成本分析、及时纠偏，注意工程变更及不可预计的因素。

4. 制止的理由：因该地区常刮风，露天采用 CO_2 气体保护焊未采取任何防风措施，不能保证焊接质量。

措施：采取有效防风措施，如搭设防风棚；或将组对好的非标构件运到封闭空间内进行焊接。

5. 高强度螺栓连接应检验的内容:

(1) 高强度大六角头螺栓连接副终拧扭矩检查：宜在螺栓终拧 1h 后、24h 之前完成检查。检查方法采用扭矩法或转角法，但原则上应与施工方法相同。检查数量为节点数的 10%，但不应少于 10 个节点，每个被抽查节点按螺栓数抽查 10%，且不应少于 2 个。

(2) 扭剪型高强度螺栓终拧后，除因构造原因无法使用专用扳手终拧掉梅花卡头者之外，未在终拧中扭断梅花卡头的螺栓数不应大于该节点螺栓数的 5%。对所有梅花卡头未拧掉的扭剪型高强度螺栓连接副用扭矩法或转角法进行终拧并做标记。检查数量为节点数的 10%，但不应少于 10 个节点。

(3) 高强度螺栓连接副终拧后，螺栓丝扣外露应为 2~3 扣，其中允许有 10% 的螺栓丝扣外露 1 扣或 4 扣。

【案例1H420050-3】

一、背景

A 公司承担某工业企业压缩机厂房增建工程的设备、工艺管道安装工程。工程内容

包括离心式压缩机组、工艺管道、桥式起重机等。其中：蒸汽驱动离心式压缩机组由某国际知名厂家生产，额定转速为9600rpm；桥式起重机，额定起重量为20/5t，起升高度为25m；主要工艺管道：压缩机输送介质含有H_2、CO等气体。主要工艺管道参数见表1H420054。

主要工艺管道参数表 表1H420054

	中压蒸汽管道	压缩机吸/排气管道	
额定工作压力（MPa）	3.82	吸入段	1.7
		排出段	8.1
额定工作温度（℃）	450	40	
管道材质	15CrMoG（GB/T 5310）	20Cr8Ni9（GB 3087）	
管道规格（mm）	ϕ273×11	吸入段	ϕ426×19
		排出段	ϕ377×17

工程开工前，A公司编制完成压缩机厂房的单位工程施工组织设计，编制依据的工程文件有技术协议、主要的材料设备清单和会议纪要等。在报监理工程师审核时以编制依据中工程文件不全面被退回。

在工艺管道安装过程中，一段水平安装的蒸汽管道的一个吊架，其安装时与管道轴线垂直，如图1H420054-3所示。设计文件显示，蒸汽管道在该吊架处的设计热位移值为36mm，且未规定具体的安装方式。监理工程师要求A单位对吊架的安装方式进行更正。

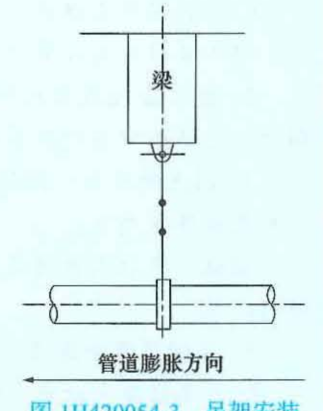


图1H420054-3 吊架安装方式示意图

安装蒸汽管道时，监理工程师强调A单位要按规范对合金钢管材进行材质复查。A单位认为，其采购的合金钢管的质量证明文件齐全，本工段材料采购人员开工以来仅采购过15CrMoG和20Cr8Ni9等两种合金钢管材，而两种管材的外观差别明显，不可能混用，因而拒绝复查。

A单位为了赶工期，在压缩机组未完成精度调整的情况下进行了机组润滑油管道的安装。待压缩机安装完成、地脚螺栓完全紧固，润滑油管道拆卸、清洗合格后复装时，发现管道处于自由状态时，一处设备与管道的连接法兰端面之间存在5mm间隙。施工人员在用强紧法兰螺栓的做法复装时，被监理工程师及时发现而制止。

二、问题

1. 根据背景给出的内容，判别A单位的施工范围内有哪几类特种设备。

2. 监理工程师要求更正吊架安装方式的理由是什么？并请画出该吊架的正确安装方式示意图。

3. A单位拒绝合金钢材质管道复查的做法是否正确？工业管道工程一般要求对哪些材质的管道组成件进行材质复查？

4. 在压缩机组未完成精度调整的情况下进行机组润滑油管道的安装，A单位的做法违反了哪些施工管理要求和技术要求？

5. 本工程施工组织设计编制所依据的工程文件还包括哪些内容？

6. 压缩机吸气/排气管道除压力试验外，必须做哪种试验？为什么？

7. 列举该离心式压缩机组试运行前应完成的主要工作。

三、分析与参考答案

1. 根据背景判别A单位施工范围内的特种设备有：桥式起重机、中压蒸汽管道、压缩机吸气/排气管道。

2. 监理工程师要求更正吊架安装方式的理由是：蒸汽管道为有热位移的管道，根据设计文件，吊点应设置在热位移的相反方向，按设计热位移值的1/2（即18mm）偏位安装，如图1H420054-4所示。

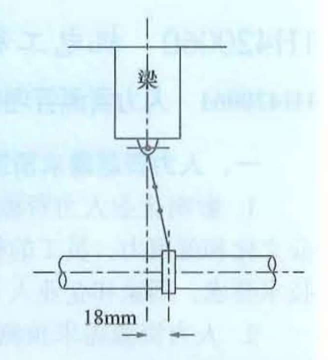


图1H420054-4 正确的吊架安装方式示意图

3. A单位拒绝合金钢材质管道复查的做法不正确，复查与否，是技术标准的规定，与采购的品种种类无关。铬钼合金钢、含镍低温钢、不锈钢、镍及镍合金、钛及钛合金材料的管道组成件，应采用光谱分析或其他方法对材质进行复查，并应做好标识。

4. 在压缩机组未完成精度调整的情况下进行机组润滑油管道的安装违反了以下施工管理和技术要求：

管理要求：违反了施工方案对施工工序的要求。

技术要求：（1）工业金属管道安装前，与管道连接的设备应找正合格，固定完毕；管道与设备的连接应在设备安装定位并紧固地脚螺栓后进行。（2）工业金属管道连接时，不得强力对口。

5. 本工程施工组织设计编制所依据的工程文件还应包括施工图纸、设备技术文件（压缩机、起重机）。

6. 压缩机吸气/排气管道除压力试验外还应进行泄漏性试验。输送极度和高度危害介质以及可燃介质的管道，必须进行泄漏性试验。工程中的H_2、CO都是可燃介质，CO是高度危害介质。

7. 该离心式压缩机组试运行前应完成的主要工作有：

（1）施工质量验收合格

机组及其附属装置安装及内部处理的全部工作已完成，并经有关单位检查确认；

管道系统安装及检验试验的全部工作已完成，并经有关单位检查确认；

电气系统的安装及空载运行的全部工作已完成，供、配电系统正常运行，工作照明、事故照明和局部照明投用，并经有关单位检查确认；

控制系统、自动控制系统调节器有关参数的计算和预置的全部工作已完成，设计文件和规范规定的安装调试的全部工作已完成，并经有关单位检查确认。

（2）施工过程技术资料齐全

相关资料及文件齐全，手续完备；

试运行方案已批准，参加试运行人员培训考试合格，持证上岗，掌握操作要领和事故处理方法；

试运行前必须建立HSE及消防管理机构、各种规章制度，安全操作所需工器具齐备、消防设施齐全。

1H420060 机电工程施工资源管理

1H420061 人力资源管理要求

一、人力资源需求预测

1. 影响企业人力资源需求的主要因素有：企业的经济效益，社会效益及知名度，企业文化和凝聚力，员工的整体综合素质，员工的工资水平，企业工程项目数量，企业安装技术要求，国家和企业人力资源政策，企业员工流动率等。

2. 人力资源需求预测分为现实人力资源需求、未来人力资源需求和未来流失人力资源需求预测三部分。

3. 收集、分析和整理有关工作信息、内容、条件，以及现有员工状况等。

4. 人力资源需求定性分析方法有现状规划法、经验预测法、分合性预测法、散点图法、特尔菲法等。

二、人力资源配置

（一）施工现场项目部主要人员的配备

1. 项目部负责人：项目经理、项目副经理、项目技术负责人。项目经理必须具有机电工程建造师资格。

2. 项目技术负责人：必须符合规定，且具有规定的机电工程相关专业职称，有从事工程施工技术管理工作经历。

3. 项目部技术人员：根据项目大小和具体情况，按单位、分部、分项工程和专业配备。

4. 项目部现场施工管理人员：施工员、材料员、安全员、机械员、劳务员、资料员、质量员、标准员等必须经培训、考试、持证上岗。项目部现场施工管理人员的配备，应根据工程项目的需要。施工员、质量员要根据项目专业情况配备，安全员要根据项目大小配备。

5. 项目部现场主要技术工人，根据项目具体情况，按单位、分部、分项工程和专业配备，必须持证上岗。

（二）机电工程特种作业人员和特种设备作业人员配置要求

1. 特种作业人员要求

特种作业人员：指直接从事容易发生人员伤亡事故，对操作者本人、他人及周围设施的安全有重大危险因素作业的人员。涉及的作业范围通常有：电工作业、金属焊接切割作业、起重机械（含电梯）作业、企业内机动车辆驾驶（轮机驾驶）、登高架设作业、锅炉作业（含水质化验）、压力容器操作、爆破作业、放射线作业等。

（1）资格条件要求

在独立上岗作业前，必须进行与本工种相适应的、专门的安全技术理论学习和实际操作训练。具备相应工种的安全技术知识，参加国家规定的安全技术理论和实际操作考核并

成绩合格，取得特种作业操作证。

（2）管理要求

特种作业人员必须持证上岗。特种作业操作证复审年限，以相关主管部门规定为准。对离开特种作业岗位 6 个月以上的特种作业人员，上岗前必须重新进行考核，合格后方可上岗作业。

2. 特种设备作业人员的要求

（1）从事锅炉、压力容器与压力管道焊接的焊工的要求

1）基本要求：焊接应由持有相应类别的“锅炉压力容器压力管道焊工合格证书”的焊工担任。

2）合格证管理要求：焊工合格证（合格项目）有效期以相关主管部门规定为准。中断受监察设备焊接工作 6 个月以上的，再从事受监察设备焊接工作时，必须重新考试。

（2）无损检测人员的要求

1）级别分类和要求：无损检测人员的级别分为：Ⅰ级（初级）、Ⅱ级（中级）、Ⅲ级（高级）。其中：

Ⅰ级人员可进行无损检测操作，记录检测数据，整理检测资料。

Ⅱ级人员可编制一般的无损检测程序，并按检测工艺独立进行检测操作，评定检测结果，签发检测报告。

Ⅲ级人员可根据标准编制无损检测工艺，审核或签发检测报告，解释检测结果，仲裁Ⅱ级人员对检测结论的技术争议。

持证人员只能从事与其资格证级别、方法相对应的无损检测工作。

2）资格要求：一是从事无损检测的人员，必须经资格考核，取得相应的资格证；二是持证人员的资格证书有效期以相关主管部门规定为准。

三、员工的培训与激励

1. 培训方式。人力资源管理部门对新员工一般提供三种培训方式：技术培训、取向培训和文化培训。

2. 录用人员岗前培训的内容。熟悉工作内容性质、责任权限、利益、规范；了解企业文化、政策及规章制度；熟悉企业环境、岗位环境、人事环境；熟悉、掌握工作流程、技能。

3. 培训和开发需求的确定。组织需求分析；工作需求分析；个人需求分析。

4. 培训开发项目的实施。确定培训目标；选择培训对象；选择培训方法；评估培训效果。

5. 员工激励。常用于激励的工作方法有：对于不同员工应采取不同的激励，适当拉开实绩效价的档次，控制奖励的效价差。注意期望心理的疏导、公平心理的疏导。恰当地树立奖励目标，注意掌握奖励时机和奖励频率，注重综合效价。

四、劳动管理

劳动管理的主要对象是劳动力。对劳动力的管理关键在于合理安排、正确使用。使用的关键在于提高效率、调动劳动力的积极性。

（一）优化配置劳动力

1. 优化配置的依据

项目所需劳动力的种类及数量；项目的进度计划；项目的劳动力资源供应环境。

2. 优化配置的方法

(1)按照充分利用、提高效率、降低成本的原则确定每项工作所需劳动力的种类和数量。

(2)根据项目进度计划进行劳动力配置的时间安排。

(3)进行劳动力资源的平衡和优化，同时考虑劳动力来源，最终形成劳动力优化配置计划。

(二)劳动力的动态管理

劳动力的动态管理是指根据生产任务和施工条件的变化对劳动力进行跟踪平衡、协调，以解决劳务失衡、劳务与生产要求脱节的动态过程。

(三)劳动保护

1. 劳动保护措施。在改善劳动条件、预防和消除工伤事故、中毒和职业病等方面采取积极有效的组织措施和技术措施。

2. 劳动环境管理。保护劳动者安全地进行生产劳动。开展工业卫生工作，创造良好的劳动环境和工作秩序。

1H420062 工程材料管理要求

一、材料管理责任制和计划要求

(一)材料管理责任制

1. 施工项目经理。施工项目经理是现场材料管理全面领导责任者。

2. 施工项目部主管材料人员。施工项目部主管材料人员是施工现场材料管理直接责任人。

3. 班组材料员。班组材料员在主管材料员业务指导下，协助班组长组织和监督本班组合理领、用、退料。

(二)材料计划要求

1. 材料计划编制依据

根据施工图纸、整体施工进度安排及安装施工预算定额进行材料计划的编制。

2. 材料计划编制要求

(1)供应备料计划。项目开工前，向企业材料部门提出一次性计划，作为供应备料依据。

(2)调整供料月计划。在施工中，根据工程变更及调整的施工预算，及时向企业材料部门提出调整供料月计划，作为动态供料的依据。

(3)加工制品计划。根据施工图纸、施工进度，在加工周期允许时间内，提出加工制品计划，作为供应部门组织加工和向现场送货的依据。

(4)施工设施用料计划。根据施工平面图对现场设施的设计，按使用期提出施工设施用料计划，报供应部门作为送料的依据。

(5)按月检查。对材料计划的执行情况进行检查，不断改进材料供应。

二、材料采购要求

(一)材料采购管理要求

1. 制订材料采购计划。需要经营部门、工程部门、项目部、施工工地和采购部门等

共同的协作来完成。

2. 材料计划内容。应包括：材料种类、规格品种、数量、工程项目、使用时间、技术要求等内容。

3. 材料采购方式：

（1）计划内采购的大宗材料一般均应采取招标、议标方式。

（2）对特殊原因，供货商不足规定的招标单位数时，可采取议标。

（3）对零星材料、工程急需材料、技术要求高和专业性强的材料以及建设单位对产品有特殊要求的材料，可采用询价比价、协商价格采购方式。

（二）供应商选择要求

1. 对供货商的调查与评价。应对若干个供货商的质量保证能力进行调查，对调查结果进行分析，并做出评价。向曾经使用过或正在使用供货商商品的用户进行质量、价格、交货期、售后服务等方面的情况调查，征求这些用户的评价意见。

2. 对商品样品验证和评价。对供货商提供的商品样品进行质量验证和评价。

3. 对供货商对比和综合评价。对各个供货商对比，进行综合评价，为最后选择确定供货商做出判定。评价的方式和深入程度，应根据采购商品的类别、重要性和数量分别确定。

三、材料进场验收和库存管理要求

（一）材料进场验收要求

1. 进场验收、复检。在材料进场时必须根据进料计划、送料凭证、质量保证书或产品合格证，进行材料的数量和质量验收；要求复检的材料应有取样送检证明报告。

2. 按验收标准、规定验收。验收工作按质量验收规范和计量检测规定进行。

3. 验收内容应完整。包括品种、规格、型号、质量、数量、证件等。

4. 做好记录、办理验收。验收要做好记录、办理验收手续。

5. 不合格的材料拒绝接收。

（二）材料库存管理要求

1. 专人管理。实现对库房的专人管理，明确责任。

2. 建立台账。进库的材料要建立台账，账、物、卡、金额要相符。

3. 标识清楚。施工现场材料的放置要按平面布置图实施，做到标识清楚、摆放有序、码放合理，符合堆放保管制度；库区安全设施应完好，不存在安全隐患；库区环境应清洁、干燥、通风。

4. 安全防护。对于易燃、易爆、有毒、有害危险品储存要远离人员密集区的专门库房存放，并设专人管理，制定安全操作规程并详细说明该物质的性质、使用注意事项、可能发生的伤害及应采取的救护措施，严格出、入库管理。针对不同要求的材料库房要有防雨、防洪、防碰、防火、防腐、防热、防潮、防冻、防爆、防有害气体泄漏的技术措施。对危险品存放的专用库，应有明显的标识，并配备相应的安全及消防设施和应急器材。

5. 分类存放。根据库存材料的物理化学性能进行科学分类，并分库或分区存放。库房内应设物资合格区、待验区、不合格区。

6. 定期盘点。仓库管理员对库存物资要定期盘点，根据盘点内容，做好盘点记录；库存物资应无超储积压、损坏变质，保证库存物资的完好。

四、材料领发、使用和回收要求

（一）材料领发要求

1. 建立领发料台账。记录领发和节超状况。

2. 限额领料。凡有定额的工程用料，凭限额领料单领发材料。

3. 定额发料。施工设施用料也实行定额发料制度，以设施用料计划进行总控制。

4. 超限额用料经签发批准。在用料前应办理手续，填写限额领料单，注明超耗原因，经签发批准后实施。

（二）材料使用与回收要求

1. 统一管理。进入施工现场的物资，由施工单位统一管理，项目部物资部门进行监督和检查；对因管理不善造成物资损害、环境污染并危及人身安全的施工单位，项目部应予以处罚。

2. 合理用料。根据项目状况编制周转性材料的需用计划，并建立周转性材料领用、保管、维修、报废制度并严格执行；按规定进行用料交底和工序交接；按材料规格和设计参数合理用料。

3. 防止丢失。施工单位按照物资属性合理码放、标识，要有防雨、防潮、防碰、防渗漏、防挥发、防丢失等技术措施，保护好现场材料等。

4. 工完料清。做到随用随清、工完料清，及时办理退料手续。

5. 余料回收。对施工过程中的废旧物资、包装物、余料等必须回收，在限额领料单中登记扣除。

（三）材料的搬运要求

1. 选用适宜的搬运机械和工具。根据采购合同条款及产品特性，选用适宜的搬运机械和工具搬运。在搬运中注意产品的标识。对超长、超宽、超高、超重、易燃、易爆、易碎、有毒等物品的特殊搬运，应有搬运措施，经批准后方可实施。产品由库房到施工地点或施工现场间的二次搬运，要选用合适的搬运机械和工具及方法。在搬运过程中要做好防护工作并保护好产品标识、检验状态标识，由领料人负责监督检查。

2. 严格按照环境、职业安全健康管理体系的规定要求，对易燃、易爆或对人身安全有影响的产品的搬运，要有详细的搬运措施，经批准后实施。

五、危险物资的管理要求

1. 危险物资库区应建立健全防火责任制，确保各项安全措施的落实。危险物资管理人员，应经过专门培训，了解和掌握各类危险物资保管知识。

2. 库区危险物资管理

（1）危险物资采购。危险物资采购时，应向供货方索要有关安全数据、使用要求和安全注意事项等说明。

（2）库区危险物资进库。库区危险物资进入库区时，管理人员应严格把关。性质不明或包装不符合规定的，管理人员有权拒收。对危险物资的搬运，要严格按照环境、职业安全健康管理体系的规定要求，编制详细的搬运措施，经批准后实施。

（3）危险物资的存放。危险物资应存放于危险物资专用库场区内。库区应阴凉通风，堆放要牢固，并标识清楚，防止混用，要有防渗漏、防挥发、防包装破损等措施，以免造成环境污染和人身伤害，并配备相应的安全设施和应急器材。

（4）危险物资提离库区。管理人员应认真核对品名、数量、标识和规格，按单发货，向领用单位做技术、使用要求、安全注意事项的交底，并对发放人、领用单位、领用人、领用数量和日期进行登记。

（5）危险物资使用和回收。危险物资在使用过程中，严格按照使用要求、安全注意事项进行操作，并由使用单位对危险物资包装物及时回收，交回项目部物资部门管理。回收的危险物资包装物应进行登记，按类存放，并提出处理意见，通过领导审批后尽快处理。

六、材料管理方法

1. ABC 分类法

（1）计算项目各种材料所占用的资金总量。

（2）根据各种材料的资金占用的多少，从大到小按顺序排列，并计算各种材料占用资金占总材料费用的百分比。

（3）计算各种材料占用资金的累计金额及其占总金额的百分比，即计算金额累计百分比。

（4）计算各种材料的累计数及其累计百分比。

（5）按 ABC 三类材料的分类标准，进行 ABC 分类。

2. 存储理论应用

（1）存储理论用于确定材料的经济存储量、经济采购批量、安全存储量、订购点等参数。

（2）所需的材料是一次采购，还是分批采购。若是分批采购是要分几批，每批的采购量是多少。这样的问题在制订采购计划时，是必须考虑的。

3. 价值工程应用

价值工程用于材料管理，目的是要寻求降低材料成本、提高应用材料价值的主要途径。如材料功能不变，降低其成本，工程项目中使用岩棉板代替聚苯板即是如此。

1H420063 工程设备管理要求

一、大件工程设备运输管理要求

1. 大件设备运输路径选择

大件设备运输方案中的路径主要有公路、铁路、水路以及水陆联运等。进口大件设备往往采用水陆联运，货到港码头后直接落驳，用拖轮拖运至港口码头，再用浮吊卸到运输车辆后陆运至工程现场。

（1）公路运输具有灵活、方便、可靠的优点，可作为首选方案。采用此方案涉及的工作量较大，需一定的准备工作周期和道路、桥梁加固等措施费。

（2）铁路运输快捷，且避免公路运输中桥梁加固等费用的支出。如有铁路专用线，则可优先采用。

（3）水路运输费用低，但需要的时间长，同时需要有码头或港口作支持。

2. 大件工程设备运输的要求

（1）沿途公路作业。在大件设备运输前应会同有关单位对道路地下管线设施进行检查、测量、计算，由此确定行驶路线和需采取的措施。

（2）沿途桥梁作业。按照车辆运输行走路线，按桥梁的设计负荷、使用年限及当时状

况，车辆行驶前对每座桥梁进行了检测、计算，并采取了相关的修复和加固措施。

（3）现场道路作业。道路两侧用大石块填充并盖厚钢板加固；车辆停靠指定位置后，考虑顶升、平移、拖运等作业工作，在作业区内均铺设厚钢板增加承载力；沿途其他施工用的障碍物要尽数拆除和搬离。

（4）大件运输作业确保可靠性、安全性。全过程均委托有关主管单位部门对重要道路、路段及所有桥梁进行引导、监护、测试，确保运输作业时车辆及设施的可靠性、安全性。

（5）运输作业前备齐所有的书面证明资料，制定运输作业方案报公司审批，并组织讨论，明确各单位工作范围、职责、监督人。运输作业前对作业人员进行必要的技术交底和安全交底，对作业车辆及工器具作全面检查，以确保大件设备运输万无一失。

3. 大件设备运输方案技术经济比较

对各种设备运输方案的技术经济特征进行论述和比较分析，选择合理的运输方式，降低运输成本，提高运输效益。

二、设备的卸车与搬运管理

1. 制订卸车、搬运方案

大件设备以及重要设备的搬运、卸货，应编制具体施工技术措施，经批准后组织实施。供货方如对所供设备有专门的卸车、搬运要求，按供货方提供的搬运方案执行。

2. 卸车与搬运管理的实施

大型设备进入设备库区首先组织专业的起重人员，根据设备的体积、重量及设备的保管级别选择库区，使用适当的起重及搬运机械，确保第一次卸车到位，避免二次及多次搬运。并按照设备的性质、类别确定其搬运方式，确保设备在卸车及搬运过程中安全完好无损。

三、设备验收管理

1. 验收工作的组织和人员要求

（1）验收工作在建设单位的组织下进行。

（2）设备管理人员必须掌握了解有关技术协议以作为设备开箱验收、入库、发放的依据。

（3）开箱检验以供货方提供的装箱单为依据，验收结果让各方代表签字存档。

2. 验收的内容

（1）随机资料，尤其是对压力、焊接、渗漏等有特殊要求的试验报告。

（2）按规定的标识方法进行编号、挂牌、隔离。

（3）特种设备随附的安全技术文件、资料，产品铭牌、安全警示标志及说明书。

四、设备出、入库及仓储管理

1. 设备入库保管

设备入库后，必须由设备负责人、采购人员及设备管理员三方共同对采购的设备材料进行确认。确认内容包括质量证明资料，设备外观检查，规格型号确认，数量核对；核对无误后，由三方在设备入库单上共同签字，入库底单由设备管理员存档。

2. 设备仓储管理

（1）设备的保管工作严格按要求进行操作，实施多级化管理。对于设备保管人员进行

专业培训，建立岗位责任制。

（2）及时办理入库手续。对所到设备，分别储存，进行标识。对保管在露天的设备应经常检查，采取防雨、防风措施。

（3）按照供货方提供的保养资料及性能资料，对设备进行定期的保养、维护，做好防潮、防锈、防霉、防变质及保温、恒温，做好认真记录等工作。

（4）库内应设置消防设备，消防器具放置要保证取用方便，并经常检查，保证其合格。认真做好防火、防盗工作，以确保保管设备的质量和安全。

3. 设备出库管理

设备的出库必须由施工班组负责人填写设备领用单，并经管理人员确认签字后方可发放设备，设备出库时，设备管理员和设备领用人必须对其外观质量、规格型号、数量逐项进行确认，核实无误后在设备领用单上签字确认。

五、设备追溯

1. 设备追溯要求

实现设备的可追溯性，应对设备做出唯一性的标识，追踪设备应用情况，发现问题，查明原因，采取相应措施。

2. 设备追溯方法及内容

（1）跟踪内容有设备的名称、规格、型号、批号、数量、出厂日期、生产厂家、质量证明、性能试验报告、设备经手人等。

（2）设备资料要按归档分类存放，每份资料要编档案号，建立资料档案台账，便于查找。

1H420064 施工机械管理要求

一、施工机械管理的一般要求

1. 施工机械管理的主要任务

施工机械管理的主要任务是：正确选择机械设备，保证在使用中处于良好状态，减少机械设备的闲置、损坏，提高使用效率及产出水平。

2. 施工机械选择的方法

（1）应用综合评分法。综合考虑机械设备的主要特性进行评分选择。

（2）单位工程量成本比较法。根据机械设备所耗费用进行比较选择。

（3）界限使用判断法。单位工程量成本受使用时间的制约，若计算出两种机械单位工程量成本相等时的使用时间，并根据该时间进行选择，则会更简单，也更可靠。

（4）等值成本法。如机械设备在项目中使用时间较长，且涉及购置费用，则在选择机械设备时往往涉及机械设备原值、资金时间价值等问题，这时可采用等值成本法进行选择。等值成本法又称折算费用法，是通过计算折旧费用，进行比较，选择费用低者。

二、大型施工机械管理要求

1. 施工机械的技术管理要求

（1）依据施工机械磨损规律，减少磨合阶段的磨损，延长正常使用期限，避免早期发生事故性磨损。

（2）全过程的施工机械技术管理。掌握机械磨损规律对机械开始走合、使用，直到报

废的全过程都起作用。

（3）减少施工机械的磨损。机械技术管理的各项工作如使用、保养、维修等都是为了减少机械的磨损。

2. 施工现场施工机械设备管理要求

（1）进入现场的施工机械应进行安装验收，保持性能、状态完好，做到资料齐全、准确，属于特种设备的应向当地特种设备监督管理部门履行报检程序。

（2）强化现场施工机械设备的平衡、调动，合理组织机械设备使用、保养、维修。提高机械设备的使用效率和完好率，降低项目的机械使用成本。

（3）执行重要施工机械设备专机专人负责制、机长负责制和操作人员持证上岗制。

（4）严格执行施工机械设备操作规程与保养规程，制止违章指挥、违章作业，防止机械设备带病运转和超负荷运转。及时上报施工机械设备事故，参与进行事故的分析和处理。

（5）严格实行专业人员进行的定期保养和监测修理制度。

（6）大型解体进场的吊装机械，现场组装调试后必须试吊，试吊的重量必须满足在同等条件下需吊装的最重设备的重量，经相关负责人确认合格后方可使用。

（7）大型移动式起重机吊装前，需对行走道路、吊装场地的空间障碍物进行清理、地基（路基）进行夯实，确保吊装时无障碍、地基不下沉等。

3. 施工机械设备操作人员的要求

（1）严格按照操作规程作业，搞好设备日常维护，保证机械设备安全运行。

（2）特种作业严格执行持证上岗制度并审查证件的有效性和作业范围。

（3）逐步达到施工机械的“四懂三会（懂性能、懂原理、懂结构、懂用途；会操作、会保养、会排除故障）”的要求。

（4）做好机械设备运行记录，填写项目真实、齐全、准确。

三、施工机械使用相关制度

1. 机械使用管理的“三定”制度

“三定”制度指定人、定机、定岗位责任，是人机固定原则的具体表现，是保证机械合理使用、精心维护的关键环节。

2. 使用保养制度

（1）机械设备维修保养是以预防为主的思想指导，根据各种机械的运行规律、结构特点、工作条件和磨损规律制定强制性的制度。

（2）机械的技术维修保养，按作业时间的不同分为定期保养和特殊保养两类。

（3）分级保养一般按机械的运行时数来划分保养级别内容。如停用保养、换季保养等。

（4）日常保养是操作人员在上下班和交接班时间进行保养作业。

3. 严格操作制度

（1）劳动纪律和安全知识。如健康状况、精神状态、防火防爆、工作纪律、交接班规定等。

（2）不得超负荷作业，发现异常情况时的应急措施，走合期规定，夜间作业规定，危险部分的防护要求以及对内燃机或电动机的安全使用要求等。

（3）专业技术内容。针对各种机械不同的结构、性能、用途等特点而制定的安全正确使用要点，随机而异，反映不同机械各自的正确使用和安全操作要求。

4. 安全操作的规程

（1）全面检查确认起重机已具备安全可靠使用条件，并做好保养作业和检查记录，方可按指挥信号作业。对违章指挥，司机有权拒绝执行。

（2）操作时要集中精力，注意信号和作业场区，避免发生过卷和碰撞。起重机起落臂杆、行走、回转时要注意观察周围情况，另一司机负责监护。

（3）操作室应有操作规程、润滑图表、操作保养责任制及机长、值班司机挂牌，操作室内其他人员不准进入。起重机发生异常要及时报告处理，严禁带故障作业。

（4）检查保养起重机时必须停止作业。实行多班作业要认真执行交接班制度，做好记录和检查工作。

（5）起重机轨道和电缆要符合规定，经常检查并做好记录。安全保护装置要齐全、灵敏、可靠。

1H420065 施工技术与信息化管理要求

一、施工技术管理的基本工作要求

1. 技术组织机构和技术管理的岗位职责

公司施工组织机构随公司的组织形式而异。建立分级技术责任制，设置分级技术负责人，实行技术管理工作的统一领导分级管理；针对项目的具体技术工作落实到人，明确职责。

2. 技术管理制度内容

技术管理制度一般包括：施工图纸会审制度、施工组织设计管理制度、技术交底制度、施工材料和设备检验制度、工程质量检验验收制度、技术组织措施制度、工程施工技术资料管理制度等。

3. 技术标准与技术规程工作要求

执行技术标准与技术规程就要按照标准与规程开展技术工作。所以，在项目进行过程中，首先应熟悉本工程使用的标准和规程，然后应组织相关人员学习，并在具体操作过程中严格遵照执行。

4. “四新”技术

不断推广和应用新技术、新工艺、新材料、新机具，促进施工水平不断提高。在项目实施中，材料、设备、工艺方案、一些技术参数的确定等问题，可能需要通过开展科学实验的方法辅助决策。

5. 技术培训工作要求

有计划地事先开展对技术人员和操作人员的技术培训，以满足项目施工技术的要求。

6. 检查指导和处理问题的要求

（1）项目部主管技术人员应经常深入施工现场检查施工技术执行情况；指导施工作业，严格按图施工，执行技术方案；纠正违章作业，制止违反施工工艺程序的行为；及时处理出现的施工技术问题。

（2）对施工中发现的设计问题或需要优化的设计问题，应及时提出技术核定并请设计

单位确认，办理变更手续；针对施工环境或其他客观条件的变化，应及时修改完善原有的施工技术方案；指导新技术、新工艺、新材料、新机具的应用，处理应用中技术问题；制定调试及试运行方案，做好调试运行的技术交底，落实安全技术措施；参加质量事故、安全事故的处理，分析事故原因，提出技术改进和处理意见。

二、施工图纸会审管理

1. 组织施工图纸会审

施工图纸会审应由项目技术负责人组织。一般按班组到项目部、各专业到综合的顺序进行。

2. 施工图纸会审要求

为使图纸会审有好的效果，会审前应通知会审人员仔细阅图，核对数据，联系实际，做好参会准备。会后应对会议记录汇总，分送相关单位。

三、施工技术交底管理

1. 施工技术交底组织

技术交底应分层次展开，直至交底到施工操作人员。交底必须在作业前进行，并有书面交底资料。在工程开工前界定重要项目，对于重要项目的技术交底文件，应由项目技术负责人审核或批准，交底时技术负责人应到位。

2. 施工技术交底内容

（1）施工技术交底是有层次、有重点、有针对性的一项重要的技术管理制度内容，交底应在开工前进行，并贯穿施工全过程。施工技术交底有：设计交底、施工组织设计交底、施工方案交底、设计变更交底等。

（2）技术交底主要包括施工工艺与方法、技术要求、质量要求、安全要求及其他要求等。

（3）机电安装工程技术交底的重点：设备构件的吊装；焊接工艺与操作要点；调试与试运行；大型设备基础埋件、构件的安装；隐蔽工程的施工要点；管道的清洗、试验及试压等。

（4）安全技术交底要点是针对施工过程中存在较大安全风险的项目提出技术性的安全措施。其主要包括的项目有：大件物品的起重与运输、高空作业、地下作业、大型设备的试运行以及其他高风险的作业等。

（5）技术交底人员应认真填写表格并签字，接受交底人也应在交底记录上签字。交底资料和记录应由交底人或资料员进行收集、整理，并妥善保存。竣工后作为工程档案进行归档。

四、设计变更管理

1. 设计变更的要求和类型

（1）如发现设计有问题或因施工方面的原因要求变更设计，应提出变更申请，办理签认后方可更改。

（2）设计变更分为以下三种：小型设计变更、一般设计变更、重大设计变更。

2. 设计变更审批手续

（1）小型设计变更。由项目部提出设计变更申请单，经项目部技术管理部门审核，由现场设计、建设（监理）单位代表签字同意后生效。

（2）一般设计变更。由项目部的专业工程师提出设计变更申请单，经项目部技术管理部门审签后，送交建设（监理）单位审核。经设计单位同意后，由设计单位签发设计变更通知书并经建设单位（监理）会签后生效。

（3）重大设计变更。由项目部总工程师组织研究、论证后，提交建设单位组织设计、施工、监理单位进一步论证、审核，决定后由设计单位修改设计图纸并出具设计变更通知书，还应附有工程预算变更单，经建设、监理、施工单位会签后生效。

超出建设单位和设计单位审批权限的设计变更，应先由建设单位报有关上级单位批准。

五、技术检验管理

1. 技术检验的内容、方法和标准

（1）技术检验是用科学方法对工程中的设备和使用的原材料、成品、半成品以及热工、电工测量元件并包括施工用各类测量工具等进行检验、试验和监督，防止错用、乱用和降低标准，以保证工程质量的重要环节。

（2）检验的内容、方法和标准应按国家和行业颁发的有关技术规程、规定和标准以及制造厂技术说明书的要求执行。

2. 技术检验的要求

（1）公司或项目部各类试验室的资质应符合国家或行业的规定和标准，并取得有关主管部门的认证。

（2）试验室应及时、准确、科学、公正地对检测对象的规定技术条件进行检验，出具试验报告，为施工提供科学依据。发现问题应立即向质量管理部门或委托单位报告，及时研究处理。

（3）计量管理机构的主要职责是贯彻国家和行业有关计量管理工作的法令、法规和标准。项目部和公司下属的生产单位都应设专职计量员。计量员应持证上岗。

六、工程建设工法

1. 工法的对象和类别

（1）工法是以工程为对象，工艺为核心，运用系统工程原理，把先进技术和科学管理结合起来，经过一定的工程实践形成的综合配套的施工方法。

（2）工法按类别分为三类，即房屋建筑工程、土木工程、安装工程三个类别；工法又按级别分为三级，即国家级、省（部）级、企业级三个级别。

2. 工法的编写要求和规定

（1）工法文本的编写内容应完整齐全。包括前言、工法特点、适用范围、工艺原理、施工工艺流程及操作要点、材料与设备、质量控制、安全措施、环保措施、效益分析和应用实例等。

（2）企业申报国家级工法。必须经省（部）级工法批准单位向住房和城乡建设部推荐，并提供规定主管部门（全国性行业协会、国资委管理的企业）等单位组织的建设工程技术专家委员会鉴定，关键技术必须是国内领先水平或国际先进水平。当关键技术属填补国内空白时，应有科技查新报告。科技查新报告由省级以上技术情报部门提供。

（3）企业申报的工法是企业标准。经过两个工程实践，编制总结形成为公司的标准文件（企业标准），方可逐级申报。工法的申报也推动着企业标准工作的进步。

七、机电工程新技术与信息化管理

（一）机电工程新技术

1. 基于 BIM 的管线综合技术

（1）实现深化设计优化，多专业有效协调。

（2）实现现场平面布置合理、高效，现场布置优化。

（3）进度优化，实现对项目进度的控制。

2. 机电管线及设备工厂化预制技术

（1）工厂模块化预制技术从设计、生产到安装和调试深度结合集成，实现建筑机电安装标准化、产品模块化及集成化。

（2）提高生产效率和质量水平，降低建筑机电工程建造成本，减少现场施工工程量、缩短工期、减少污染、实现建筑机电安装全过程绿色施工。

3. 工业化成品支吊架技术

可满足不同规格的风管、桥架、系统工艺管道的应用，尤其在错层复杂的管路定位和狭小管笼、平顶中施工，更可发挥灵活组合技术的优越性。

4. 金属矩形风管预制安装技术

金属矩形风管薄钢板法兰连接技术适用于通风空调系统中工作压力小于等于 1500Pa 的系统、风管边长尺寸小于等于 2000mm 的薄钢板法兰矩形风管的制作与安装。

5. 金属圆形螺旋风管制安技术

可用于送风、排风、空调风及防排烟系统；用于送风、排风系统时，采用承插式芯管连接；用于空调送回风系统时，采用双层螺旋保温风管，内芯管外抱箍连接；用于防排烟系统时，采用法兰连接。

6. 薄壁金属管道新型连接安装施工技术

可以广泛地应用于给水、热水、饮用水、排水供暖等管道系统中。

7. 机电消声减振综合施工技术

机电消声减振综合施工技术是实现机电系统设计功能的保障。适用于大、中型民用建筑工程机电系统消声减振施工，如广播电视、会议中心、高端酒店及住宅等。

8. 内保温金属风管施工技术

该技术的运用，使得现场风管安装后省去了二次保温工序，因此可节省风管施工空间，提升吊顶标高，同时有利于现场施工效率的提高和现场环境噪声的控制。目前，该技术在国内处于推广阶段，具有一定新颖性和发展潜力。适用于低、中压空调系统，但不适用于净化空调系统、防排烟系统等。

9. 超高层垂直高压电缆吊运敷设技术

适用于超高层建筑的电气垂直井道内的高压电缆吊运敷设，特别是长距离大截面电缆的敷设。

10. 建筑机电系统全过程调试技术

建筑机电系统全过程调试技术覆盖建筑机电系统的方案设计阶段、设计阶段、施工阶段和运行维护阶段。其执行者可以由独立的第三方、业主、设计方、总承包商或机电分包商等承担。目前最常见的是业主聘请独立第三方顾问，即调试顾问作为调试管理方。适用新建建筑的机电系统全过程调试。

11. 导线连接器应用技术

通过螺纹、弹簧片，以及螺旋钢丝等机械方式，对导线施加稳定可靠的接触力。能确保导线连接所必需的电气连续、机械强度、保护措施，以及检测维护 4 项基本要求。适用于额定电压交流 1kV 及以下、直流 1.5kV 及以下建筑电气细导线（$6mm^2$ 及以下的铜导线）的连接。

12. 可弯曲金属导管安装技术

可弯曲金属导管是我国建筑材料行业新一代电线电缆外保护材料，已被编入设计、施工与验收规范，大量应用于建筑电气工程的强、弱电系统和明、暗敷场所，逐步成为一种较理想的电线电缆外保护材料，应用范围广泛，适用于建筑物室内外明敷和暗敷场所，包括在现浇墙体、现浇混凝土楼板、土壤及末端与电气设备、器具连接中的应用。

（二）信息化管理

1. 建立信息管理任务

随着网络技术的日趋融合，信息化在施工过程中可以提供有效的工具与管理平台，提升企业的生产力、改善企业的管理行为。

2. 信息管理要求

建立技术信息管理体系，促进信息的传递和应用；运用计算机进行信息管理；运用互联网收集外部有关技术信息；建立技术信息快存快递的机制，避免信息过时失效。

3. 信息技术应用

当前信息技术应用相对比较成熟的平台有：项目管理系统（PMS）、协同办公系统、二维码以及基于 BIM 成本管控平台等。

八、施工科技情报与施工技术档案管理

1. 施工科技情报管理

对科技情报工作，要提高准确性和速度，提高检索效率，提高情报质量，提高网络能力，加强成果前的情报服务。

2. 技术档案管理

（1）建立施工技术档案是施工单位保存工程原始记录、积累施工经验的重要手段。工程项目管理部负责竣工文件记录的归档。

（2）施工技术档案归档的内容有：

1）施工组织设计、作业指导书及施工方案；

2）施工图纸及图纸会审记录；

3）规程、规范、标准和工程所需其他技术文件和资料；

4）主要原材料、构件和设备出厂证件；

5）设计变更、材料设备代用记录；

6）施工技术记录（按验收规范要求的内容）；

7）隐蔽工程与中间检查验收签证；

8）材料的检验、试验记录；

9）重大质量事故处理情况记录；

10）竣工图纸；

11）有关工程建设的和运行单位生产所需的有关协议、文件和会议记录；

12）工程总结和工程音像资料；

13）其他为积累经验所需的资料。

（3）质量记录的填写及管理应严格执行质量记录控制程序的各种要求。

（4）文件、资料的发放

1）文件资料的发放部门在发放前应编制《文件资料发放登记表》，文件领用人签名登记，每份文件都要编制发放编号，便于追溯。

2）未领到文件时，不得擅自借用他人文件复印。

3）当文件破损严重影响使用时，应到文件管理部门办理更换手续，交回破损文件换领新文件，新文件的发放号仍应沿用原发放号，破损文件由文件管理部门销毁。

4）文件资料丢失时，应及时向文件管理部门申报销号，并重新办理领用手续。

（5）文件、资料的更改

1）文件或资料更改时，更改人或部门负责人应填写《文件更改申请（审批）单》，说明更改原因，对重大的更改应附充分的证据说明。

2）文件更改需经原审批人审批，若原审批人不在，可委托他人审批。

（6）施工技术档案的移交

1）施工技术档案按照规范要求及建设、监理单位的要求汇编，在工程结束后，经建设、监理单位检验合格后，移交给建设单位或运行单位。

2）施工技术档案除分发、移交建设单位或运行单位外，还应移交技术档案管理部门一套用以长期保管使用，若份数不足，应优先满足工程移交的需要。

1H420066 资金使用管理要求

一、资金使用管理要求

（一）资金使用计划管理

1. 制定资金使用定额

施行资金使用计划管理，其基础就是将各项使用资金制定对应的定额，为编制资金使用计划提供依据。定额制定的方法有：

（1）定额日数法

资金定额数＝平均每天需要占用资金数 × 定额日数　（1H420066-1）

此方法计算严密准确，但计算工作量大，一般适用于主要材料等资金的核定。

（2）因数分析法

计划期资金定额数＝（历史基数或上期资金实际平均占用额－不合理占用额）×（1＋计划期产值增减率）×（1－计划期资金加速周转率）　（1H420066-2）

此方法计算简便，但较粗略。一般在历史资料或上期数额准确可靠、计划期变动因素比较确切的情况下采用。可用于一些资金占用少，种类多的项目资金定额的确定。

（3）比较计算法

计划产值资金率＝（历史基数或上期实际流动资金平均余额－不合理占用）÷ 历史基数或上期总工作量　（1H420066-3）

此方法计算简单，有一定局限性。

（4）余额计算法

计划期资金定额＝计划期期初资金余额＋计划期增加额－计划期减少额

（1H420066-4）

此方法一般只适用于占用资金比较稳定的项目。

2. 编制资金使用计划原则

（1）资金使用计划要留有余地，不搞“赤字预算”。

（2）要保证施工需要又要注意节约使用资金，提高资金利用效果。

（3）项目资金管理应本着促进生产、节省投入、量入为出、适度负债的原则，合理使用。

（二）执行结算制度

1. 结算制度的原则。严格执行结算制度，做好工程项目的往来结算和竣工结算。要坚持“钱出去、货进来，货出去、钱进来”的原则，慎重处理预付款项。

2. 结算纪律。不准出租、出借账户。不准签发空头支票和远期支票。不准套用银行信用。不准高估冒算和虚报冒领工程价款。不准无故拖欠分包施工企业工程款。不准违反现金管理规定办理结算。

（三）建立健全资金管理责任制

1. 在项目经理领导下，以财务部门作为管理资金的专职部门，进行集中管理。

2. 根据内部核算管理体制，把资金使用管理权责，按“管用结合”的原则，归口给有关部门。

3. 从材料的采购储存，一直到施工和结算的各个环节都应有对资金运转负责任的部门。

4. 明确管理责任。根据“权责结合”的原则，进行资金计划指标分解，落实到各个职能部门，建立资金管理的岗位责任制。

5. 实行限额用款。对各个归口分管部门，要核定、分配使用资金的定额。

二、资金使用的控制

1. 储备金控制

控制的方法有：认真编制材料采购计划；加强库存管理，掌握库存动态，做到账实相符；实行限额领料；严格控制材料耗用、材料代用和材料串用。

2. 生产资金控制

控制方法有：合理安排施工，严格施工管理，正确处理施工过程的矛盾。准确掌握施工进度。尽量做到资金供应、物资供应、材料供应和工程进度相一致。缩短工期，收回资金。节约生产费用，不断降低工程成本，提高劳动生产率，节约材料消耗，提高工程质量，避免返工损失。

3. 结算资金的控制

主要包括：应收工程款、应收销货款和其他应收款。对结算资金控制的主要要求是：尽快收回，转化为货币资金。具体措施有：经常清理检查，严格执行结算纪律。

4. 资金使用考核

考核资金使用效果的指标主要有资金周转率、资金产值率、资金利用率三种。

（1）资金周转率，是资金占用量和它所完成的周转额之间的比例。它反映了一定时期内资金的周转速度，以此可考察资金总的利用效果。

（2）资金产值率，是指完成一定施工产值占用资金数额的比例，它概括地说明了资金利用效果的一个方面。

（3）资金利用率，是把一定时期内资金的平均占用额同所实现的利润进行对比，反映资金利用的经济效果。

三、项目资金使用管理的组织形式

1. 项目资金使用管理

在施工项目资金管理中，组织建设是管理机制的保障。由于施工企业规模的不同和性质的差别，其资金使用的组织不尽相同。大型施工企业引进商业银行的信贷与结算职能和方式于企业内部，来充实和完善企业内部经济核算。在运用和发展责任会计基本功能上，将“企业（基础）管理”“金融信贷（银行机制）”“财务管理（会计核算）”三者融为一体，是一种施工项目资金管理组织的好形式。

2. 企业内部银行建设

企业内部银行即内部各核算单位的结算中心，按照商业银行运作机制运行。其基本管理原则是：对存款单位负责，谁账户的款谁用，不许透支，存款有息，借款付息，违章罚款。

【案例1H420060-1】

一、背景

某机电工程施工单位承包了一项设备总装配厂房钢结构安装工程。合同约定，钢结构主体材料H型钢由建设单位供货。根据住房和城乡建设部关于《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）的规定，本钢结构工程为危险性较大的分部分项工程。施工单位按照该规定的要求，对钢结构安装工程编制了专项方案，并按规定程序进行了审批。

钢结构屋架为桁架结构，跨度30m，上弦为弧线形，下弦为水平线，下弦安装标高为21m。单片桁架吊装重量为28t，采用地面组焊后整体吊装。施工单位项目部采用2台吊车抬吊的方法，选用60t汽车起重机和50t汽车起重机各一台。根据现场的作业条件，60t吊车最大吊装能力为15.7t，50t吊车最大吊装能力为14.8t。项目部认为吊车的总吊装能力大于桁架总重量，满足要求，并为之编写了吊装技术方案。

施工过程中，监理工程师发现下列情况：

钢结构屋架吊装若不计索吊具重量，吊装方案亦不可行。

钢结构用H型钢没有出厂合格证和材质证明，也无其他检查检验记录。建设单位现场负责人表示，材料质量由建设单位负责，并要求尽快进行施工。施工单位认为H型钢是建设单位供料，又有其对质量的承诺，因此仅进行数量清点和外观质量检查后就用于施工。

项目部在材料管理上有失控现象：钢结构安装作业队存在材料错用的情况。追查原因是作业队领料时，钢结构工程的部分材料被承担外围工程的作业队领走，所需材料存在较大缺口。为赶工程进度，领用了项目部材料库无标识的材料。经检查，项目部无材料需用计划。为此监理工程师要求整改。

项目部整改后，加强了管理，整个施工过程中，配备了工程所需的人员，项目如期完工。工程竣工后，项目部在公司的领导下进行了施工技术档案的移交。

二、问题

1. 除厂房钢结构安装外，至少还有哪项工程属于危险性较大的分部分项工程？专项方案实施前应由哪些人审核签字？

2. 通过计算吊装载荷，说明钢结构屋架起重吊装方案为什么不可行？

3. 施工单位对建设单位供应的H型钢放宽验收要求的做法是否正确？说明理由。施工单位对这批H型钢还应做哪些检验工作？

4. 项目部主要应配备哪些工程所需的特种作业人员？

5. 施工技术档案的移交有哪些要求？

三、分析与参考答案

1. 还有钢结构屋架吊装工程；专项方案实施前由施工单位技术负责人审批签字，由项目总监理工程师和建设单位项目负责人审核签字。

2. 取 $k_1 = 1.1$，$k_2 = 1.1$（1.2），吊装计算载荷 $= 28 \times 1.1 \times 1.1 = 33.88$t（或 $28 \times 1.1 \times 1.2 = 36.96$t），大于60t和50t吊车在吊装状态时的吊装能力（$15.7 + 14.8 = 30.5$t），方案不可行。

3. 不正确。进场材料必须按规定程序和内容进行检查验收。

还应进行的工作有：做好验收记录和标识；检查产品出厂合格证或材质证明；要求复检的材料应检查取样送检证明报告。

4. 项目部主要应配备工程所需的特种作业人员有：

本工程涉及的作业范围所需特种作业人员有：电工作业、金属焊接切割作业、起重机械作业、企业内机动车辆驾驶、登高架设作业、放射线作业人员等。

5. 施工技术档案的移交的要求：

（1）施工技术档案按照规范要求及建设、监理单位的要求汇编，在工程结束后，经建设、监理单位检验合格后，移交给建设单位或运行单位。

（2）施工技术档案除分发、移交给建设单位或运行单位外，应移交技术档案管理部门一套用以长期保管使用，若份数不足，应优先满足工程移交的需要。

【案例1H420060-2】

一、背景

某施工单位与建设单位签订了一项机电安装工程和厂房钢结构安装项目施工承包合同。合同中对于钢结构安装方法作了详细的规定，具体包括钢结构安装工艺流程、测量方案、构件安装等。合同规定钢材等主材由建设单位供货。施工单位项目部材料供应部门按照设计给出的材料表从建设单位处将全部钢结构需用材料领出，入库之后，通知相关工程队领取。施工过程中发生了下列情况：

一网架结构进行吊装时，构件发生了失稳，施工单位由于对施工机械使用建立了相关制度，对施工机械设备操作人员有严格的要求，处理及时，没有发生严重后果。

施工单位项目部下属工程队中，甲队负责钢结构框架施工，乙队负责管架制作与安装。甲队认为框架还不具备预制施工作业条件，未立即领取材料。乙队为了抢进度和使用方便，在还未报送材料需用计划条件下就将本队钢结构施工相关的库存所有规格型号的型钢全部领走。

工程施工开始后，甲队领取了库存所剩余的型钢，并正计划进行框架钢结构预制时发现型钢规格型号不全，再次到项目部材料供应部门领取时，发现已经领完了，迫使甲队处于间歇停工待料状态。此时，乙队负责制作的管架预制基本完成，还剩余了部分材料。项目部材料供应部门将余料调剂到甲队，甲队的材料仍然有缺口。

自行采购的工程材料项目部材料供应部门运用ABC分类法和价值工程方法探索了材料节约的途径，有效地降低了材料成本，提高了经济效益。

二、问题

1. 网架结构构件失稳的主要原因是什么？可以采取哪些预防措施？

2. 甲、乙两个工程施工队在领取材料中各有哪些错误做法？正确的做法是什么？

3. 施工单位项目部材料供应部门在材料领发过程中存在哪些问题？应该怎样纠正？

4. ABC分类法和价值工程方法在材料节约中各起何种作用？

5. 施工单位对施工机械使用应建立哪些相关制度？对施工机械设备操作人员有哪些要求？

三、分析与参考答案

1. 吊装设备或构件失稳的主要原因：设计与吊装时受力不一致，设备或构件的刚度偏小。预防措施：对细长、大面积设备或构件采用多吊点吊装；薄壁设备进行加固加强；对型钢结构、网架结构的薄弱部位或杆件进行加固或加大截面。

2. 错误做法是：其一，甲队不及时领料，乙队超限额乱领和多领材料；其二，两队均未事先报送材料需用计划，违背了领料制度。

正确做法是：其一，用料前向项目部材料供应部门报送材料需用计划，并经供应部门审批和同意后，方可领料；其二，按审批的材料需用计划实行限额领料；其三，施工完后剩余材料应及时办理退库。

3. 施工单位项目部材料供应部门存在的问题是：其一，仅按照设计材料表向建设单位领料；其二，发放材料在时间上、数量上很随意；其三，缺乏组织程序。解决该问题的措施是：其一，建立和完善项目材料需用量和供应计划体系；其二，严格执行材料使用限额领料制度。

4. ABC分类法和价值工程方法在材料节约中所起的作用为：ABC分类法所起作用是找出材料管理的重点；价值工程方法所起作用是明确降低成本的对象，改进设计和研究材料代用。

5. 对施工机械使用应建立相关制度：机械使用管理的“三定”制度；使用保养制度；严格操作制度；安全操作的规程。

对施工机械设备操作人员的要求：

（1）严格按照操作规程作业，搞好设备日常维护，保证机械设备安全运行。

（2）特种作业严格执行持证上岗制度并审查证件的有效性和作业范围。

（3）逐步达到施工机械的“四懂三会（懂性能、懂原理、懂结构、懂用途；会操作、会保养、会排除故障）”的要求。

（4）做好机械设备运行记录，填写项目真实、齐全、准确。

【案例1H420060-3】

一、背景

某系统工程公司项目部承包一大楼空调工程及设备的智能监控系统安装调试。监控设备、材料有直接数字控制器、电动调节阀、风门驱动器、各类传感器（温度、压力、流量）及各种规格线缆（双绞线、同轴电缆）。合同约定：设备、材料为进口产品，并确定了产品的品牌、产地、技术及标准要求，由外商代理负责供货，并为设备及运输购买了保险。

系统工程公司项目部进场后，大楼空调工程承包商及时提供了空调工程的施工进度计划、空调设备的安装位置及通信接口，并配合监控设备进行了安装调试。系统工程公司项目部依据空调工程的施工进度计划和监控设备、材料的到货日期，编制了监控设备的施工方案和施工进度计划。监控设备安装调试中，发生了以下情况：

监控设备、材料在开箱验收及送检后，有一批次的双绞线传输速率检验不合格（传输速率偏低），系统工程公司项目部对不合格的双绞线进行了处理及保存。

监控设备（进口）的安装中，因施工作业人员对监控设备的安装方法、质量标准掌握不够稳定，造成部分风门驱动器、传感器安装质量不合格（偏差过大），项目部及时对作业人员进行施工技术交底，返工后验收合格。空调设备监控系统按合同要求完工，交付使用。

二、问题

1. 选择监控设备产品应考虑哪几个技术因素？

2. 监控设备、材料开箱验收时应有哪几个有关单位参加？

3. 如何实现进口监控设备的可追溯性？

4. 验收不合格的双绞线可以有哪几种处理方式？并如何保存？

5. 本工程的施工技术交底内容有哪些？

三、分析与参考答案

1. 监控设备产品应考虑的技术因素有：产品的品牌和生产地，应用实践以及供货渠道和供货周期等信息；产品支持的系统规模及监控距离；产品的网络性能及标准化程度。

2. 因监控设备、材料为进口产品，并由外商代理负责供货，故应由外商代理、保险公司和商检局、海关、报关代理、项目部有关技术人员共同参加开箱验收。

3. 对设备做出唯一性的标识；建立设备资料跟踪单，应有齐全的合格证、设备的名称、规格、型号、批号、数量、出厂日期、生产厂家、质量证明、性能试验报告；设备经手人、设备负责人；领用人应办理设备领用手续，并妥善保存跟踪资料；设备资料按归档分类存放，建立台账。

4. 对验收不合格的双绞线处理方式有：更换、退货、让步接收或降级使用。保存前要注意做好明显标记，单独存放。

5. 本工程施工技术交底主要内容包括：监控设备安装的施工工艺与方法，风门驱动器、传感器安装技术要求、质量要求、安全要求及其他要求等。

1H420070 机电工程施工协调管理

1H420071 施工现场内部协调管理

一、内部协调管理的内容

（一）内部协调管理的范围

任何计划制订后，在实施过程中总会出现偏差，就需进行协调，使参与计划实施的执行者步伐符合计划要求，因为施工管理活动是有计划的管理活动，所以协调管理始终贯穿于施工管理的全过程，协调管理涉及项目部的决策层、管理层和执行层。

（二）内部协调管理的分类

1. 与施工进度计划安排的协调

机电工程施工进度计划安排受工程实体现状、机电安装工艺规律、设备材料进场时机、施工机具作业人员配备和施工场地环境等诸因素的制约，协调管理的作用是把制约作用转化成和谐有序相互创造的施工条件，使进度计划安排衔接合理、紧凑可行，符合总进度计划要求。

2. 与施工资源分配供给的协调

（1）施工资源分为人力资源、施工机具、施工技术资源、设备和材料、施工资金资源，也称五大生产要素。

（2）施工资源分配供给协调要注意符合施工进度计划安排、实现优化配置、进行动态调度、合理有序供给、发挥资金效益，尤其是资金资源的调度使用对资源管理协调的成效起着基础性的保证作用。

3. 与施工质量管理的协调

质量管理协调主要作用于质量检查、检验计划编制与施工进度计划要求的一致性，作用于质量检查或验收记录的形成与施工实体进度形成的同步性，作用于不同专业施工工序交接间的及时性，作用于发生质量问题后处理的各专业间作业人员的协同性。

4. 与施工安全管理的协调

安全管理协调主要作用于全场安全检查计划中部位和顺序的安排，作用于各专业施工用公用安全设施的设立、使用和维修，作用于各专业在同一场所施工时对因作业可能危害他人安全而采取防护措施的设定及实施，作用于突发安全事故应采取的应急预案之培训、演练有效性评审及维护。

5. 与施工作业面安排的协调

机电工程在同一工作面上由不同专业作业人员在不同时段进行工作，专业间存在作业面交替现象，在交接时应协调好临时设施的共同使用，如脚手架、用电和用水点等，共用机具的移交，如电焊机、氧乙炔装置等，还要协调好已形成的工程实体的成品保护措施。如同一工作面实行两个专业以上的搭接作业，则应协调好开始搭接的作业时间、搭接的初始部位和作业完成后现场的清理工作。

6. 与施工工程资料形成的协调

机电工程要由各专业共同施工结束后才能完成，如大型钢储罐的组装，涉及铆焊专业、无损检测专业、涂装防腐专业等，而各专业的工程资料按分工各自形成，但完整的工

程资料是按工程实体（储罐）来归类的，因而要协调好不同类别工程实体的工程资料集中、整理、移交责任，使工程资料无遗漏，流转有序。

二、内部协调管理的形式和措施

（一）协调的管理形式

1. 例行的管理协调会，主要对例行检查后发现的管理偏差进行通报沟通，讨论措施进行纠正，避免类似情况再次发生。

2. 建立协调调度室或设立调度员，主要对项目的执行层（包括作业人员）在施工中所需生产资源需求、作业工序安排、计划进度调节等实行即时调度协调。

3. 项目经理或授权的其他领导人指令，主要对突发事项、急需处理事项以指令形式进行管理协调。

（二）机电工程项目内部协调管理的措施

措施是使协调管理取得实效的保证，主要有：

1. 组织措施：项目部建立协调会议制度，定期组织召开协调会，解决施工中需要协调的问题。

2. 制度措施。项目部有健全的规章制度，明确的责任和义务，使协调管理有章可循，各类人员、各级组织的责任明确，则协调后的实施能落实到位。建立由管理层到施工班组的责任制度，在责任制度的基础上建立奖惩制度，提高施工人员的责任心和积极性，建立以项目经理为责任人的质量问题责任制度。

3. 教育措施。使项目部全体员工明白工作中的管理协调是从全局利益出发，即便对局部利益或小部分人利益发生损害，也要服从协调管理的指示。

4. 经济措施。对协调管理中受益者要按规定收取费用，给予受损者适当补偿。

三、项目部对工程分承包单位协调管理的内容

工程分包是指施工承包单位将其所承包工程中的专业工程发包给具有相应资质的其他专业工程施工企业完成的活动。

（一）协调管理的范围

1. 总承包单位对分包单位及分包工程的施工，进行全过程的管理。

应从施工准备、进场施工、工序交验、竣工验收、工程保修以及技术、质量、安全、进度、工程款支付等进行全过程的管理。

2. 总承包单位对分包单位及分包工程的协调管理的范围应在分承包合同中有界定。

（1）总承包单位向分包单位提供具备现场施工条件的场地，提供临时用电、用水设施，组织图纸会审、设计交底，负责施工现场协调等。

（2）总承包单位负责整个施工场地的管理工作，协调分包单位与同一施工场地的其他分包单位之间的交叉配合，确保分包单位按照经批准的施工组织设计进行施工。

（3）总承包单位必须重视并指派专人负责对分包单位的管理，保证分包合同和总承包合同的履行。

3. 主体工程不得分包，禁止转包或再分包。一些专业性较强的分部工程分包，分包单位必须具备相应的企业资质等级，以及相应专业技术资质。如锅炉、压力管道、压力容器、起重机械、电梯等专业技术资质。

(二)协调管理的原则

1. 分包向总承包负责，除合同条款另有约定，分包单位应履行并承担总承包合同中与分包工程有关的施工承包单位的所有义务与责任。

2. 分包合同必须明确规定分包单位的任务、责任及相应的权利，包括合同价款、工期、奖罚等。

3. 分包单位须服从施工承包单位转发的发包单位或监理工程师与分包工程有关的指令。如分包单位与发包单位或监理工程师发生直接工作联系，将被视为违约，并承担违约责任。

4. 一切对外有关工程施工活动的联络传递，如向发包单位、设计、监理、监督检查机构等的联络，除经总承包单位授权同意外，均应通过总承包单位进行。

(三)协调管理的重点

1. 施工进度计划安排、临时设施布置。

2. 甲供物资分配、资金使用调拨。

3. 质量安全制度制定、重大质量事故和重大工程安全事故的处理。

4. 竣工验收考核、竣工结算编制和工程资料移交。

四、协调管理的形式

1. 定期召开协调会议

分包单位参加总承包单位定期召开的协调会议，提出需协调解决的问题和建议，经沟通取得共识后，会后分头实施。

2. 实时协调处理事项

总承包单位负责分包管理的人员在现场、在作业面实时协调处理发现的事项。

3. 专题协商妥善处理

分包单位在施工中发生必须协调处理的事项，应即时向总承包单位管理层或分包管理人员反馈，并引起重视，总承包单位应立即进行专题协商并取得妥善处理。

1H420072 施工现场外部协调管理

一、机电工程项目部与施工单位有合同契约关系的单位的协调

(一)协调单位

发包单位、业主及其代表监理单位；材料供应单位或个人；设备供应单位；施工机械出租单位；经委托的检验、检测、试验单位；临时设施场地或建筑物出租单位或个人；其他。

(二)协调要点

1. 施工单位与其订有合同契约，如规范合法的话，双方的权利和义务应该是明晰的，所以协调的内容应是在合同契约的框架内。

2. 协调行为的发生往往是在合同契约细节规定不具体的情况下，如对方履行义务时间拖延、实施权利超限、支付额度不足、支付频次多于合同规定，往来签证确认日期超过时限规定，例外事件的发生及处理超越预期，法律法规(含技术标准规范)修订后的管理行为纠正等。

3. 协调的形式以会议座谈为主，个别交流沟通为辅，但对协调的结论均需做好记录。

4. 协调要本着平等协商、相互沟通、求得共识、避免导入诉讼的原则进行。

二、机电工程项目部与施工单位有洽谈协商记录的单位的协调

（一）协调单位

工程设计单位；与工程试运转相关的市政供水、供气、供热、供电单位；交通市政运输道路管理以及航道、车站、港口、码头等管理单位；通信、污水排放、建筑垃圾处置等管理单位；其他。

（二）协调要点

1. 这类单位与施工单位没有合同契约关系，也就是说没有经济上的相互制约条件，但影响着工程建设能否顺利进行。做好相互间的协调工作也是十分重要和必要的。

2. 施工单位要主动地对协调行为早作安排，以施工组织设计的要求和施工总进度计划安排或某个施工方案的具体措施规定作为协调工作的出发点或出发方向。如要求设计单位图纸供应、设计变更通知的及时性，大件设备运输的装卸地点、经过路线及时间的许可，试生产用供水、供气、供热、供电时间的确定以及连通界面的施工分工，试生产污水排放的许可及费用处理等。

3. 虽然这些单位与施工单位间无合同契约关系，但通常与发包单位或业主间有永久性的或一次性的经济合同关系，所以总承包单位与其协调时应尽量邀请发包单位或业主参加，可以获得工程施工需要的较佳的协调效果。

4. 协调的形式同样要以会议座谈为主，个别交流沟通为辅，协调后对协调结论做好纪要或记录，但要在协调后的工作分工中应尽量由总承包施工单位多承担或多向对方提供工作便利条件，这样容易达到协调的目的，也有利于施工的顺利进行。而多做工作的部分，施工单位只要索赔技巧得法，往往会在向发包单位或业主的索赔中得到经济补偿。

三、机电工程项目部对施工行为监督检查单位的协调

（一）协调单位

工程质量监督机构；施工安全监督机构；特种设备安全监督机构；消防安全监督机构；环保监察机构；海关和检验检疫机构；其他。

（二）协调要点

1. 这些单位是经政府行政主管部门授权依法对工程建设施工活动进行监督检查，具有强制性性质，施工单位要主动配合其监督检查活动，以避免造成重大事故或重大损失，防止发生影响社会稳定的事件。

2. 施工单位要将施工计划安排及时告知相应监督检查机构，以利于机构掌握情况安排监督检查工作。

3. 对施工行为的监督检查既有行政法规方面的内容，更多的是工程管理和技术标准规范方面的内容，监督检查的目的是查验施工单位对两方面执行的情况是否符合规定，取得的效果是否符合要求。施工单位要有专门人员熟知相应的有关内容，才能使受检工作配合良好。

4. 对监督检查中发现的整改事项，施工单位应认真组织整改，并将整改结果及时反馈给监督检查机构，以利于下一次检查时验证。

5. 有些监督检查是一次性的，更多是过程性的，即施工全过程中有多次的同类型的

监督检查。有的工程实体要经监督检查机构最终确认其合格后才能投入使用，施工单位应熟练掌握，做好配合协调，否则要被依法处罚。

6. 施工单位要做好迎检的各项准备工作，并为监督检查机构提供工作上、生活上的方便。

四、机电工程项目部与人员驻地生活直接相关的单位或个人的协调

（一）单位或个人协调

工程所在地的基层行政机构；工程所在地的公安机构；工程所在地的医疗机构；租用临时设施的出租方；工程周边的居民；其他。

（二）协调要点

1. 施工单位与这些单位或个人做好协调工作的目的是为了使员工生活方便提供支持。

2. 协调的方法是定期访问征求意见，发现对方有困难时，提供必要的力所能及的援助。

3. 当施工活动扰邻或影响周界居民生活时，施工单位要提早通报取得谅解，并尽可能采取措施降低影响程度。

【案例1H420070-1】

一、背景

A安装公司承包某高层建筑通风空调工程的施工。合同约定：燃气锅炉、交换机、冷水机组、冷却塔、水泵和风机盘管等机组由业主采购，其他材料、配件由A安装公司采购，并且通风空调工程要达到建筑节能工程施工质量验收规范要求。高层建筑的建筑结构、装饰工程、建筑给水排水和建筑电气工程由B建筑公司承包施工。

A安装公司项目部在3月1日进场后，因业主采购的设备晚于风管制作安装的开工时间，项目部及时联系空调设备供应商，了解设备的各类参数及到场时间，并及时与B建筑公司协调交叉配合施工的时间与节点。编制了通风空调工程的施工方案、施工进度计划（见表1H420072）和材料采购供应计划。

空调工程施工进度计划 表1H420072

施工内容 \ 时间	3月			4月			5月			6月		
	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21
施工准备	—											
机房设备安装				—	—	—	—					
空调风管制作安装		—	—	—	—	—	—	—	—			
空调水管制作安装			—	—	—	—	—	—	—			
楼层风机盘管安装					—	—	—	—	—			
单机试运转调试										—		
联合试运转调试及验收											—	
综合效能测定与调整												—

在施工中，因业主采购的风机盘管没有按进度计划到场，晚了10天才送达施工现场，A公司项目部进行外观及技术文件的检查，立即进行安装，但被监理工程师叫停，要求对风机盘管进行复验，并见证取样送检，合格后方可使用。

A安装公司项目部与B建筑公司协调配合，通风空调设备单机送电调试，空调系统带冷源的联合试运转24小时后，按验收程序对高层建筑通风空调工程实施竣工验收。

二、问题

1. 进度计划中空调机房设备安装开始时间晚于水管制作安装多少天？是否影响水管的制作安装？A公司项目部应与设备供应商沟通确定哪些技术要求？

2. 风机盘管机组到达施工现场要复试哪些参数？如何实施？

3. 在风机盘管安装作业面的安排上，A公司项目部与B公司协调工作有哪些内容？

4. 本通风空调工程是否可以进行竣工验收？说明理由。

5. 本通风空调工程在竣工验收程序中的工作有哪些内容？

三、分析与参考答案

1. 进度计划中空调水管制作安装的开始时间是在3月21日，空调设备安装的开始时间是4月1日，3月份有31天，空调设备安装开始时间晚于水管制作安装11天；不影响水管的制作安装，空调水管可以在楼层中先开始制作安装。A公司项目部在水管制作安装前应与设备供应商及时沟通确定设备的接口形式、尺寸、与设备连接端部的做法。

2. 风机盘管机组到达施工现场要对供冷量、供热量、风量、水阻力、功率及噪声等参数进行复试。检验方法为随机抽样送检，核查复验报告，要求同一厂家的风机盘管机组按数量复验2%，不得少于2台。

3. 在风机盘管安装作业面中，A公司项目部与B公司应协调好脚手架、临时设施的共同使用，协调好开始搭接的作业时间、搭接的初始部位和作业完成后现场的清理工作。

4. 通风空调工程可以进行竣工验收。因为竣工时间是6月份夏季，工程进行了24小时带冷源的联合试运转，带冷源的联合试运转不应少于8小时，带热源的试运转可到冬季时做。

5. 本通风空调工程在竣工验收程序中的工作内容有：签发工程竣工验收证明书，办理工程移交手续，进行工程质量评定，办理工程档案资料移交，办理工程结算及签证。

【案例1H420070-2】

一、背景

某钢厂将一条年产100万t宽厚板轧制生产线的建设项目，通过招标方式，确定该项目中的板坯加热炉车间和热轧制车间交由具有冶金施工总承包一级资质的企业实施总承包，具体负责土建施工，厂房钢结构制作、安装、车间内300t桥式起重机的安装，设备安装与调试及各能源介质管道施工等，建设工期为16个月。在施工过程中发生如下事件：其一，因为工期太紧，总承包单位人力资源的调配出现短缺，为不影响该工程的施工进度，征得监理工程师同意后，其将该工程中的部分土建工程和车间内桥式起重机的安装实施了分包，对于车间内桥式起重机的安装，总承包单位技术负责人向该单位

技术负责人进行了技术交底。其二，分包单位在进行车间内桥式起重机的安装时，由于使用总承包单位的一台起重设备，与总承包单位在该设备使用时间上发生了冲突，后经双方协商得到了解决。其三，由于距离施工现场几百米的地方有一个小村庄，加上赶工期，工程施工昼夜进行，工程施工给当地的居民生活带来了较大的影响，特别是施工中所产生的噪声和光污染。当地居民在找到施工总承包单位具体负责人反映情况未果的情况下，集体向当地有关部门进行了投诉。

二、问题

1. 为了使内部协调管理取得实效，施工总承包单位应采取哪些措施？
2. 在施工中，总承包单位与分包单位在什么方面上出现了沟通协调问题？
3. 总承包单位在实施该项目时应考虑哪些内、外环节的沟通联系？
4. 总承包单位在实施分包中存在何种错误？对各分包单位应有哪些要求？
5. 总承包单位在施工中应如何控制噪声和光污染？

三、分析与参考答案

1. 应采用的措施有：组织措施、制度措施、教育措施、经济措施。

2. 总承包单位与分包单位协调是属于项目内部协调。在设备使用上的冲突，暴露了双方在施工资源分配供给方面的协调出现了问题。由于未能进行事先的沟通协调和安排，以至于在施工中出现了争抢。

施工资源分配供给协调要注意符合施工进度计划安排、实现优化配置、进行动态调度、合理有序供给。

3. 涉及的内部联系环节有：总承包单位和分包单位之间、土建施工单位与安装单位之间、安装工程各专业之间。

涉及的外部联系环节有：总承包单位和业主、设计单位、设备制造厂、监理公司、市场监管部门、市政部门、供电部门、当地村庄和居民等之间。

4. 总承包单位在实施分包中仅仅征得监理工程师同意是错误的，应将工程项目分包内容、分包单位的情况通知业主，并征得业主同意。

对各分包单位的要求是：土建分包单位不但要有房屋建筑资质，而且还应有大型设备基础的施工经验；桥式起重机分包单位应具备桥式起重机（起重机械）安装、维修A级资质。

5. 在施工现场对噪声进行实时监控和控制，噪声排放不超过国家标准，尽量使用低噪声的机具，采取隔声措施。夜间电焊作业应采取遮挡措施，避免电焊光外泄。大型照明灯应控制角度，防止强光外泄。

1H420080 机电工程施工进度管理

1H420081 施工进度计划类型与编制

一、机电工程项目施工进度的类型

1. 按工程项目分类：建设项目总进度计划、单位工程进度计划、分部分项工程施工进度计划。

2. 按计划周期分类：年度施工进度计划、季度施工进度计划、月度施工进度计划、旬施工进度计划和周作业进度计划。

3. 按机电工程专业分类：管道工程施工进度计划、电气工程施工进度计划、通风空调工程施工进度计划和设备安装工程施工进度计划等。

二、机电工程项目施工进度计划表示方法

机电工程项目施工进度计划表示的方法有横道图、网络图、流水作业图表等。常用的有横道图和网络图两种。

（一）横道图施工进度计划

1. 用横道图表示的施工进度计划。表的左侧是工作名称及其工作的持续时间等基本数据，右侧用横道线表示施工进度计划时间。

例如，用横道图表示的某机电工程施工进度计划见表 1H420081。

某机电工程施工进度计划表　　表 1H420081

旬（10天） 工作内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
施工准备															
设备材料采购															
基础验收															
配电设备安装															
管线施工															
主机设备安装															
控制设备安装															
配套设备安装															
试运行调试															
验收交付业主															

2. 横道图施工进度计划编制方法直观清晰，容易看懂施工进度计划编制的意图，便于工程施工的实际进度与计划进度的比较，便于工程劳动力、物资和资金需要量的计算及安排。

3. 横道图施工进度计划不能反映工作所具有的机动时间，不能反映影响工期的关键工作和关键线路，也就无法反映整个施工过程的关键所在，因而不便于施工进度控制人员抓住主要矛盾，不利于施工进度的动态控制。

4. 工程项目规模大、工艺关系复杂时，横道图施工进度计划就很难充分暴露施工中的矛盾。由此可见，利用横道图计划控制施工进度有较大的局限性。横道图施工进度计划适用于小型项目或大型项目的子项目。

（二）双代号网络图施工进度计划

1. 双代号网络图是用箭线和二端节点表示工作内容、工作时间和相互关系的网络图。例如，用双代号网络图表示的某机电工程施工进度计划见图 1H420081。

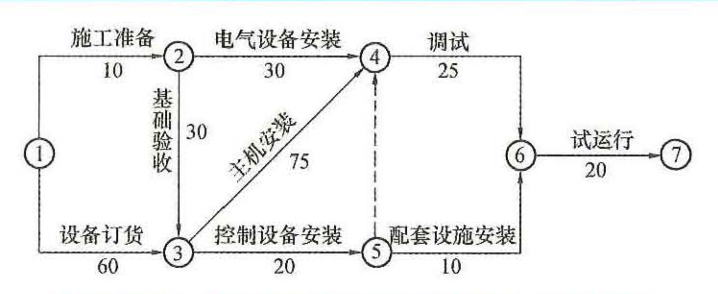


图 1H420081 某机电工程施工进度计划（双代号网络图）

2. 双代号网络图施工进度计划能够明确表达各项工作之间的逻辑关系，通过网络图计划时间参数的计算，可以找出关键线路和关键工作，也可以明确各项工作的机动时间；双代号网络计划可以利用计算机进行计算、优化和调整施工进度。

3. 双代号网络图施工进度计划可以反映出施工工期最长的关键线路和关键工作，便于找出施工进度计划实施中项目管理的重点。

4. 双代号网络图施工进度计划能反映非关键线路中的机动时间，可以指导施工进度计划实施时，合理调度人力和物力，使施工进度计划执行平稳均衡，利于降低施工成本。

5. 双代号网络图施工进度计划能用于计算机软件编制及项目管理，可快捷得出各类施工进度实时数据，便于判断施工进度计划执行的偏差数值和施工进度计划调整的重点部位。

三、施工进度计划表达形式的选择

1. 民用工程项目进度计划是以建筑工程施工进度计划为主线的，建筑机电工程施工进度计划要配合建筑工程施工进度计划，建筑机电工程施工进度计划的工期目标与建筑工程的工期目标是相同的，交工验收活动也是协同的，所以其表达的形式应该是一致的。

2. 工业工程项目的机电工程施工进度计划要按生产工艺流程的顺序进行安排，建筑工程的施工进度计划要符合机电工程施工进度计划的安排。机电工程施工进度计划和建筑工程施工进度计划的表达形式可依据各自具体情况进行选定。

3. 施工总进度计划节点较大，划分得也较粗，各专业工程相互制约的依赖关系和衔接的逻辑关系比较清楚，用横道图进度计划表示为宜。

4. 机电工程规模较大、专业工艺关系复杂、制约因素较多，施工设计图纸、工程设备、特殊材料和大宗材料采购供应尚未全部清晰，为便于调整计划用网络图进度计划表示为妥。

四、机电工程进度计划编制的注意要点

1. 编制的机电工程施工进度计划在实施中能控制和调整，便于沟通协调，使工期、资源、费用等目标获得最佳的效果，应能最大限度地调动积极性，发挥投资效益。

2. 确定机电工程项目施工顺序，要突出主要工程，要满足先地下后地上、先干线后支线等施工基本顺序要求，满足质量和安全的需要，注意生产辅助装置和配套工程的安排，满足用户要求。

3. 确定各项工作的持续时间，计算出工程量，根据类似施工经验，结合施工条件，加以分析对比及必要的修正，最后确认各项工程的持续时间。

4. 在确定各项工作的开竣工时间和相互搭接协调关系时，应分清主次、抓住重点，优先安排工程量大的工艺生产主线，工作安排时要保证重点，兼顾一般。

5. 编制施工进度计划时，应满足连续均衡施工要求，使资源得到充分的利用，提高生产率和经济效益。

6. 施工进度计划安排中留出一些后备工程，以便在施工过程中作为平衡调剂使用。考虑各种不利条件的限制和影响，为施工进度计划的动态控制做准备。

1H420082 施工进度控制措施

一、施工进度计划目标与实施

1. 施工进度目标的分解与落实

（1）总包单位编制单位工程施工进度计划，确定施工总进度目标后，应将此目标分解到每个分包单位，要求分包单位按计划工期进一步分解及编制施工进度计划。

（2）分包单位根据单位工程施工进度计划编制年度、月度或周施工进度计划，年度、月度、周施工进度计划应逐级落实，通过下达施工任务书的方式把施工进度计划和施工任务落实到每个班组。

2. 施工进度计划的检查与跟踪

（1）在施工进度计划上进行实际进度的记录，并跟踪记载每个施工工作的开始日期、完成日期，记录每日完成数量、施工现场发生的情况、干扰因素的排除情况；对照施工进度计划，检查施工实际进度，进行比较跟踪。

例如，检查关键工作进度、工序时差的利用、工作衔接关系的变化、施工资源状况、施工成本状况、施工管理情况等。

（2）跟踪施工实际进度对工程量、总产值、耗用的人工、材料和机械台班等数量进行统计与分析，编制统计报表。

3. 施工进度计划的控制与调整

（1）项目的总进度计划应通过编制的年、月、周施工进度计划进行控制，逐级落实，确保总工期如期实现。落实控制进度措施应具体到执行人、目标、任务、检查方法和考核办法。

（2）分包单位应根据项目施工进度计划编制分包工程施工进度计划并组织实施。项目部将分包工程施工进度计划纳入项目进度控制范畴，并协助分包单位解决项目进度控制中的相关问题。

（3）在进度控制中，确保资源供应进度计划的实现。当发现资源供应出现中断、供应数量不足或供应时间不能满足要求时，由于工程变更引起资源需求的数量变更和品种变化时，应及时调整资源供应计划。

（4）当由于建设单位因素不能满足施工进度要求时，应敦促建设单位执行施工进度计划，并对造成的工期延误及经济损失进行索赔。

（5）执行施工合同中，对进度、开工及延期开工、暂停施工、工期延误、工程竣工的承诺。跟踪计划的实施并进行监督，当发现进度计划执行受到干扰时，应及时进行调整。

二、影响机电工程施工进度的因素

1. 影响机电工程施工进度的单位主要有建设单位、设计单位、监理单位、物资供应单位，还有交通、供水、供电、通信等政府有关部门。

2. 施工过程中需要的工程设备、材料、构配件和施工机具等，不能按计划运抵施工现场，或是运抵施工现场检查时，发现其质量不符合有关标准的要求。

3. 建设单位没有给足工程预付款，拖欠工程进度款，影响承包单位的流动资金，影响承包单位的材料采购、劳务费的支付，影响施工进度。

4. 建设单位对工程提出了新的要求，设计单位对设计图纸的变更或者是施工单位要求设计修改，都会影响施工进度计划。

5. 施工过程中遇到气候、水文、地质及周围环境等方面的不利因素，承包单位寻求相关单位解决而造成工期拖延。例如，在东南沿海夏季施工，遇到台风暴雨，影响施工进度。

6. 各种风险因素的影响。例如，在固定总价合同中，遇到设备、材料价格上涨，造成设备、材料没有按计划到达施工现场。新工艺、新技术的应用，施工人员的技术培训，影响施工进度计划的执行。

7. 施工单位的自身管理、技术水平以及项目部在现场的组织、协调与管控能力的影响。例如，施工方法失误造成返工，施工组织管理混乱，处理问题不够及时，各专业分包单位不能如期履行合同，到场的工程设备和材料经检查验收不合格等现象都会影响施工进度计划。

三、机电工程施工进度控制的主要措施

1. 组织措施

（1）确定机电工程施工进度目标，建立进度目标控制体系；明确工程现场进度控制人员及其分工；落实各层次的进度控制人员的任务和责任。

（2）建立工程进度报告制度及进度信息沟通网络；建立进度计划审核制度和进度计划实施中的检查分析制度。

（3）建立施工进度协调会议制度，包括协调会议举行的时间、地点，协调会议的参加人员等。

（4）建立机电工程图纸审查、工程变更和设计变更管理制度，建立进度计划审核制度和进度计划实施中的检查分析制度。

2. 技术措施

（1）为实现计划进度目标，优化施工方案，分析改变施工技术、施工方法和施工机械的可能性。

（2）审查分包商提交的进度计划，使分包商能在满足总进度计划的状态下施工。

（3）编制施工进度控制工作细则，指导项目部人员实施进度控制。

（4）采用网络计划技术及其他适用的计划方法，并结合计算机的应用，对机电工程进度实施动态控制。

3. 合同措施

（1）协调合同工期与进度计划之间的关系，保证进度目标的实现；施工前与各分包单位签订施工合同，规定完工日期及不能按期完成的惩罚措施等。

（2）合同中要有专用条款，防止因资金问题而影响施工进度，充分保障劳动力、施工机具、设备、材料及时进场。

（3）严格控制合同变更，对各方提出的工程变更和设计变更，应严格审查后再补入合同文件之中。

（4）在合同中应充分考虑风险因素及其对进度的影响，以及相应的处理方法。

（5）加强索赔管理，公正地处理索赔。

4. 经济措施

（1）在工程预算中考虑加快施工进度所需的资金，编制资金需求计划，满足资金供给，保证施工进度目标所需的工程费用等。

（2）施工中及时办理工程预付款及工程进度款支付手续。

（3）对应急赶工给予优厚的赶工费用，对工期提前给予奖励，对工程延误收取误期损失赔偿金。

1H420083 施工进度计划调整

一、施工进度偏差产生的原因

通过实际施工进度与计划进度比较，发现施工进度偏差时，应深入施工现场进行调查，分析产生施工进度偏差的原因。

1. 设计单位原因：施工图纸提供不及时或图纸修改，造成工程停工或返工，影响计划进度。

2. 建设单位原因：建设资金没有落实，工程款不能按时交付，影响设备、材料采购，影响施工人员的工资发放，影响计划进度。

3. 施工单位原因：项目管理混乱，施工计划编制失误，分包单位违约，施工现场协调不好，施工人员偏少，施工方案、施工方法不当等，影响计划进度。

4. 供应商原因：供应商违约，设备、材料没有按计划送达施工现场，或者送达后验收不合格，影响计划进度。

二、机电工程施工进度偏差的分析

1. 分析偏差采用的进度计划表达形式

（1）用横道图表达的进度计划，只要将计划进度线长度与实际进度线长度对比，即可判定是否有偏差和偏差的数值。

（2）用双代号网络图表达的进度计划可用S曲线比较法、前锋线比较法和列表比较法等进行判定进度计划是否有偏差和偏差的数值。

2. 施工进度偏差的分析方法

（1）分析施工进度产生偏差的原因，采取纠偏措施进行调整，形成新的施工进度计划，进行施工进度动态控制。

（2）在工程项目施工中，当通过实际进度与计划进度的比较，发现有进度偏差时，需要分析该偏差对后续工作及总工期的影响，以确定是否应采取措施，对原施工进度计划进行调整，以确保工期目标的实现。

（3）进度偏差的大小及其所处的位置不同，对后续工作和总工期的影响程度是不同的，分析时需要利用网络计划中工作总时差和自由时差的概念进行判断。

3. 分析施工进度偏差对后续工作和总工期的影响

（1）分析出现进度偏差的工作是否为关键工作

1）若出现进度偏差的工作位于关键线路上，即该工作为关键工作，则无论其偏差有多大，都将对后续工作和总工期产生影响，必须采取相应的调整措施。

2）若出现偏差的工作不是关键工作，则需要比较偏差值与总时差和自由时差的大小关系，确定对后续工作和总工期的影响程度。

（2）分析进度偏差是否大于总时差

1）若工作的进度偏差大于该工作的总时差，此偏差必将影响后续工作和总工期，必须采取相应的调整措施。

2）若工作的进度偏差小于或等于该工作的总时差，此偏差对总工期无影响，但它对后续工作的影响程度，则需要比较偏差与自由时差的大小来确定。

（3）分析进度偏差是否大于自由时差

1）若工作的进度偏差大于该工作的自由时差，此偏差对后续工作产生影响，如何调整应根据后续工作允许影响的程度而定。

2）若工作的进度偏差小于或等于该工作的自由时差，此偏差对后续工作无影响，原进度计划可不作调整。

三、施工进度计划调整方法

1. 改变某些工作的衔接关系

若实际施工进度产生偏差影响总工期，在工作之间的衔接关系允许改变的条件下，改变关键线路和非关键线路的有关工作之间的衔接关系，缩短工期。

2. 缩短某些工作的持续时间

不改变工作之间的衔接关系，缩短某些工作的持续时间，使施工进度加快，保证实现计划工期。这种方法实际上就是网络计划优化中的工期优化方法和工期与成本优化方法。

四、施工进度计划调整的内容和步骤

1. 施工进度计划调整的内容

施工进度计划调整的内容有施工内容、工程量、起止时间、持续时间、工作关系、资源供应等。

2. 施工进度计划调整的原则

（1）当出现进度偏差影响到后续工作或总工期，需要采取进度调整时，首先应确定可调整施工进度的范围，主要是指关键工作、后续工作的限制条件以及总工期允许变化的范围。

（2）调整的对象必须是关键工作，并且该工作有压缩的潜力，同时与其他可压缩的工作相比赶工费是最低的。

3. 施工进度计划的调整步骤

（1）分析进度计划检查结果，确定调整对象和目标；选择适当调整方法；编制调整方案；对调整方案评价和决策；确定调整后实施的新施工进度计划。

（2）进度计划调整措施应以后续工作和总工期的限制条件为依据，确保计划进度目标的实现。

（3）施工进度调整之后，应采取相应的组织、经济、技术等措施来实施。

1H420084 工程费用—进度偏差分析与控制

一、赢得值法的三个基本参数

赢得值法用三个基本值来表示项目的实施状态，并以此预测工程可能的完工时间和完工时的可能费用，三个基本值是：

(一)已完工程预算费用 *BCWP*

1. 已完工程预算费用 *BCWP* 是在某一时间段已经完成的工程及以批准认可的预算为标准，所需要的资金总额。业主是根据这个值为承包人完成的工作量支付相应的费用，即承包人获得(挣得)的金额，故称赢得值或挣值。

2. 已完工程预算费用计算公式为：

$$BCWP = \text{已完工程量} \times \text{预算单价} \qquad (1H420084\text{-}1)$$

3. 已完工程预算费用 *BCWP* 是指项目实施过程中某阶段按实际完成工程量及按预算定额计算出来的费用，*BCWP* 的实质内容是将已完成的工程量用预算费用来度量。

(二)计划工程预算费用 *BCWS*

1. 计划工程预算费用 *BCWS* 是指项目实施过程中某阶段计划要求完成的工程量，所需要的预算费用。计划工程预算费用 *BCWS* 是根据进度计划，在某一时刻应当完成的工程，以预算为标准所需要的资金总额。一般来说，除非合同有变更，计划工程预算费用 *BCWS* 在工程实施过程中应保持不变。

2. 计算公式为：

$$BCWS = \text{计划工程量} \times \text{预算单价} \qquad (1H420084\text{-}2)$$

3. 计划工程预算费用 *BCWS* 主要是反映进度计划实施中应当完成的工程量(用费用表示)。

(1)计划工程预算费用 *BCWS* 是与时间相联系的，当考虑资金累计曲线时，是在项目预算 S 曲线上的某一点的值。

(2)当考虑某一项作业或某一时间段时，例如，某一月份，计划工程预算费用 *BCWS* 是该作业或该月份包含作业的预算费用。

(三)已完工程实际费用 *ACWP*

1. 已完工程实际费用 *ACWP* 是到某一时刻为止，已完成的工程所实际花费的总金额费用。

2. 计算公式为：

$$ACWP = \text{已完工程量} \times \text{实际单价} \qquad (1H420084\text{-}3)$$

3. 已完工程实际费用 *ACWP* 是指项目实施过程中某阶段实际完成的工程量所消耗的费用。已完工程实际费用 *ACWP* 主要是反映项目执行的实际消耗指标。

二、赢得值法的四个评价指标

(一)费用偏差 *CV*

1. 费用偏差 *CV* 是指检查期间，已完工程预算费用 *BCWP* 与已完工程实际费用 *ACWP* 之间的差异。

2. 计算公式为：

$$CV = BCWP - ACWP \qquad (1H420084\text{-}4)$$

3. 费用偏差 *CV* 分析：

(1)当费用偏差 *CV* 为负值时，表示执行效果不佳，即实际费用超过预算费用即超支。

(2)当费用偏差 *CV* 为正值时，表示实际费用低于预算费用，表示节支或效率高。

(3)当费用偏差 $CV = 0$ 时，表示项目按计划执行。

(二)进度偏差 *SV*

1. 进度偏差 *SV* 是指检查期间，已完工程预算费用 *BCWP* 与计划工程预算费用 *BCWS*

之间的差异。

2. 计算公式为：

$$SV = BCWP - BCWS \quad (1H420084\text{-}5)$$

3. 进度偏差 *SV* 分析：

（1）当进度偏差 *SV* 为负值时，表示进度延误，即实际进度落后于计划进度。

（2）当进度偏差 *SV* 为正值时，表示进度提前，即实际进度快于计划进度。

（3）当进度偏差 $SV = 0$ 时，表明项目进度按计划执行。

（三）费用绩效指数 *CPI*

1. 费用绩效指数 *CPI* 是指已完工程预算费用 *BCWP* 与已完工程实际费用 *ACWP* 之比。

2. 计算公式为：

$$CPI = BCWP/ACWP \quad (1H420084\text{-}6)$$

3. 费用绩效指数 *CPI* 分析：

（1）当费用绩效指数 $CPI < 1$ 时，表示超支，即实际费用高于预算费用。

（2）当费用绩效指数 $CPI > 1$ 时，表示节支，即实际费用低于预算费用。

（3）当费用绩效指数 $CPI = 1$ 时，表示实际费用与预算费用吻合，表明项目费用按计划进行。

（四）进度绩效指数 *SPI*

1. 进度绩效指数 *SPI* 是指已完工程预算费用 *BCWP* 与计划工程预算费用 *BCWS* 之比。

2. 计算公式为：

$$SPI = BCWP/BCWS \quad (1H420084\text{-}7)$$

3. 进度绩效指数 *SPI* 分析：

（1）当进度绩效指数 $SPI < 1$ 时，表示进度延误，即实际进度比计划进度拖后。

（2）当进度绩效指数 $SPI > 1$ 时，表示进度提前，即实际进度比计划进度快。

（3）当进度绩效指数 $SPI = 1$ 时，表示实际进度等于计划进度。

（五）评价指标的应用

1. 费用偏差 *CV* 和进度偏差 *SV* 反映的是绝对偏差，结果很直观，有助于管理人员了解项目费用出现偏差的绝对数额，采取针对措施，调整费用计划和进度计划。但是，绝对偏差有一定的局限性，同样是 20 万元的费用偏差，对于总费用 3000 万元的项目和总费用 1 亿元的项目，其严重性显然是不同的，因此费用偏差 *CV* 和进度偏差 *SV* 仅适合于对同一项目做偏差分析。

2. 费用绩效指数 *CPI* 和进度绩效指数 *SPI* 反映的是相对偏差，不受项目规模的限制，也不受项目实施时间的限制。所以费用绩效指数 *CPI* 和进度绩效指数 *SPI* 在同一项目和不同项目的偏差分析均可采用。

三、偏差分析方法

（一）曲线法

1. 赢得值分析法曲线如图 1H420084-1 所示，图的横坐标表示时间，纵坐标则表示费用。*BCWS* 曲线为计划工程预算费用曲线，表示项目投入费用随时间的推移在不断积累，直至项目结束达到它的最大值，因曲线呈 S 形状，故称为 S 曲线。

2. 已完工程预算费用 *BCWP* 和已完成工程实际费用 *ACWP*，同样是进度的时间参数，

随项目推进而不断增加的，也是呈 S 形的曲线。

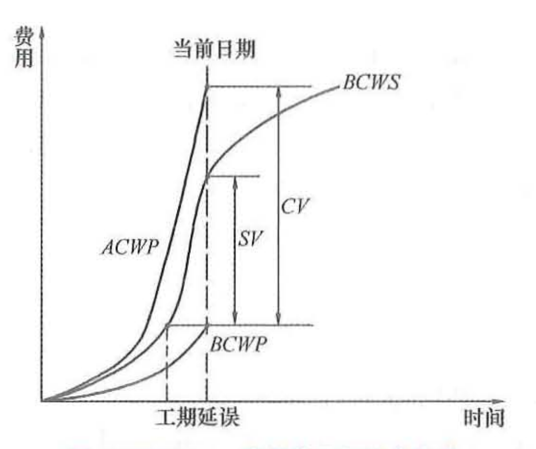


图 1H420084-1 赢得值分析法曲线图

3. 曲线法在项目实施过程中，计划工程预算费用 *BCWS*、已完工程预算费用 *BCWP*、已完工程实际费用 *ACWP* 的三个参数可以形成三条曲线。

（1）$CV = BCWP - ACWP$，两项参数之差，反映项目进展的费用偏差。

（2）$SV = BCWP - BCWS$，两项参数之差，反映项目进展的进度偏差。

4. 利用赢得值分析法曲线可进行费用进度评价，图中所示的项目，$CV < 0$、$SV < 0$，这表示项目执行效果不佳，即费用超支，进度延误，应采取相应的补救措施。

（二）某机电排管工程的赢得值分析

某机电排管工程总排管量为 2000m，预算单价为 90 元 /m。该排管工程预算总费用为 180000 元。计划用 20 天完成，每天 100m。开工后第 13 天早晨刚上班时，总承包项目部管理人员前去测量，取得了两个数据：已完成排管 1000m，支付给分包单位的工程进度款累计已达 120000 元。

项目部管理人员计算出：已完工作预算费用 $BCWP = 1000\text{m} \times 90$ 元 /m = 90000 元，已完工程实际费用 $ACWP = 120000$ 元，查看项目的进度计划及预算费用计划，开工后第 12 天结束时，分包单位应得到的工程进度款累计费用为 108000 元，计划工程预算费用 $BCWS = 108000$ 元。

进一步计算得：

费用偏差：$CV = BCWP - ACWP = 90000 - 120000 = -30000$ 元，表明分包单位已经超支。

进度偏差：$SV = BCWP - BCWS = 90000 - 108000 = -18000$ 元，表明分包单位施工进度已经拖延。

表示项目进度落后，比较工程预算计划还有相当于价值 18000 元的工作量没有做。18000 元 /（100×90）= 2 天的工作量，所以分包单位的施工进度已经落后 2 天。

另外，还可以使用费用绩效指数 *CPI* 和进度绩效指数 *SPI* 测量工程是否按照计划进行。

$$CPI = BCWP/ACWP = 90000/120000 = 0.75$$

$$SPI = BCWP/BCWS = 90000/108000 = 0.83$$

CPI 和 *SPI* 都小于 1，给分包单位“亮了黄牌”。

四、项目费用－进度综合控制方法

1. 费用－进度综合控制的步骤

工程项目费用估算→编制计划工程预算费用→建立计划工程预算费用曲线→计算已完工程预算费用→绘制已完工程预算费用曲线→计算已完工程实际费用→建立已完工程实际费用曲线→对项目执行效果进行偏差分析→确定需要采取的控制方法。

2. 工程项目费用估算

项目费用估算要按照 WBS（工作分解结构）的组码、记账码和工作包逐项进行估算。估算的细目要与 WBS 的记账码和工作包一一对应，这是 *BCWS*、*BCWP* 和 *ACWP* 三条曲线的基础。

3. 绘制工程项目费用（赢得值）曲线

（1）绘制计划工程预算费用 *BCWS* 曲线

执行效果偏差分析的基准是赢得值分析法中 *BCWS* 曲线，这条曲线是根据计划进度和预算费用建立起来的，建立计划工程预算费用 *BCWS* 曲线是项目费用偏差控制最重要的一个步骤。把工程量、资源分配值逐月累加并绘制成曲线，是执行效果的基准曲线。

（2）绘制已完工程预算费用 *BCWP* 曲线

将设计、采购、施工记账码的已完工程预算值均转换为金额，然后按 WBS 向上叠加，即可得出该装置直至整个项目的已完工程预算值。将其用图形表示，即可生成该装置直至整个项目的已完工程预算值曲线，即 *BCWP* 曲线。

（3）绘制已完工程实际费用 *ACWP* 曲线

把一个项目当月发生的全部人工时卡、发票、单据等收集、整理和分类，并按 WBS 分别记人各记账码，即可得出各记账当月发生的费用值，将其按月累加可生成 *ACWP* 曲线。将各类记账码的 *ACWP* 曲线按 WBS 逐级向上叠加，即可得出各级直至整个项目的 *ACWP* 曲线。

4. 根据费用差异分析预测费用－进度趋势

用赢得值分析法进行费用－进度综合控制的三条曲线已生成后，可以逐月对项目执行效果进行分析。在每月对项目执行效果进行分析时，还要根据当前执行情况和趋势，对项目竣工时所需的费用做出预测。

5. 项目进展报告和监控

通过三条曲线的对比分析，可以很直观地发现项目实施过程中费用和进度的偏差，而且可以通过 WBS 不同级别的三条曲线，很快发现项目在哪些具体部分出了问题。接着就可以查明产生这些偏差的原因，进一步确定需要采取的补救措施。

五、机电工程项目费用－进度综合控制

1. 在机电工程项目费用－进度综合控制中，最理想的状态是已完工程实际费用 *ACWP* 曲线、已完工程预算费用 *BCWP* 曲线和计划工程预算费用 *BCWS* 曲线非常靠近，平稳上升，表示工程项目按计划目标进行，如果三条曲线的离散度不断增加，表示出现较大的费用偏差，项目费用－进度失控。

2. 项目费用－进度综合控制中，重要的目的是找出产生偏差的原因，采取有针对性的控制措施。在项目费用－进度偏差原因分析时，应将已经导致偏差的原因和可能导致偏差的原因逐一列举出来。不同工程项目的费用偏差原因有一定的共性，所以通过对工程项

目的费用－进度偏差原因分析、总结，为以后的工程项目费用－进度偏差控制提供依据。

3. 赢得值参数的比较、分析与控制措施

（1）当 $ACWP > BCWS > BCWP$，$CV < 0$，$SV < 0$ 时：

1）偏差分析：工程项目施工效率低，工程费用超支，施工进度延误。

2）控制措施：工程项目应更换效率高的管理人员和施工人员。

（2）当 $BCWP > BCWS > ACWP$，$CV > 0$，$SV > 0$ 时：

1）偏差分析：工程项目施工效率高，工程费用节支，施工进度提前。

2）控制措施：若三个参数偏差不大，工程费用投入和施工进度维持现状。

（3）当 $BCWP > ACWP > BCWS$，$CV > 0$，$SV > 0$ 时：

1）偏差分析：工程项目施工效率较高，工程费用节支，施工进度提前。

2）控制措施：工程项目应减少施工作业人员，放慢施工进度。

（4）当 $ACWP > BCWP > BCWS$，$CV < 0$，$SV > 0$ 时：

1）偏差分析：工程项目施工效率较低，工程费用超支，施工进度提前。

2）控制措施：工程项目更换部分管理人员及施工人员，增加工作效率高的人员。

（5）当 $BCWS > ACWP > BCWP$，$CV < 0$，$SV < 0$ 时：

1）偏差分析：工程项目施工效率低，工程费用超支，施工进度延误。

2）控制措施：工程项目应增加效率高的管理人员和施工作业人员。

（6）当 $BCWS > BCWP > ACWP$，$CV > 0$，$SV < 0$ 时：

1）偏差分析：工程项目施工效率较高，工程费用节支，施工进度延误。

2）控制措施：工程项目迅速增加施工管理人员和施工作业人员。

【案例1H420080-1】

一、背景

某工业项目建设单位通过招标与施工单位签订了施工合同，合同内容包括设备基础、设备钢架（多层）、工艺设备、工业管道和电气仪表安装等。

工程开工前，施工单位按合同约定向建设单位提交了施工进度计划（见图 1H420084-2）。

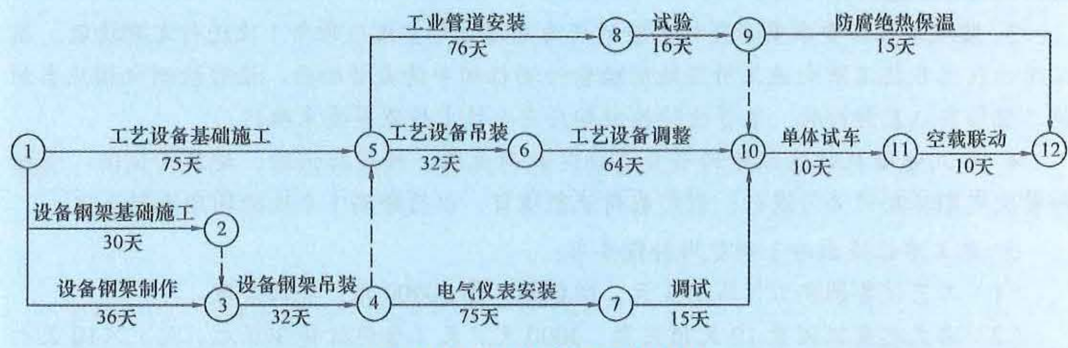


图 1H420084-2　施工进度计划

在施工进度计划中，设备钢架吊装和工艺设备吊装两项工作共用一台塔式起重机，其他工作不使用塔式起重机。经建设单位审核确认，施工单位按该进度计划进场组织施工。

在施工过程中，由于建设单位要求变更设计图纸，致使设备钢架制作工作停工10天（其他工作持续时间不变），建设单位及时向施工单位发出通知，要求施工单位塔式起重机按原计划进场，调整进度计划，保证该项目按原计划工期完工。

塔式起重机按计划进场安装检查时，发现塔式起重机定期检验是2年检验了1次，被监理工程师要求重新监督检验。施工单位申请了定期监督检验，检验项目、检验程序合格，塔式起重机通过验收，按进度计划进行吊装作业。

施工单位采取措施将工艺设备调整工作的持续时间压缩3天，得到建设单位同意。施工单位提出的费用补偿要求如下，但建设单位没有全部认可。

（1）工艺设备调整工作压缩3天，增加赶工费20000元。

（2）塔式起重机闲置10天损失费：3000元/天（含运行费300元/天）×10天＝30000元。

（3）设备钢架制作工作停工10天造成其他有关机械闲置、人员窝工等综合损失费40000元。

二、问题

1. 施工单位按原计划安排塔式起重机在工程开工后最早投入使用的时间是第几天？按原计划设备钢架吊装与工艺设备吊装工作能否连续作业？说明理由。

2. 说明施工单位调整方案后能保证原计划工期不变的理由。

3. 说明监理工程师要求重新监督检验的理由。施工单位应如何申请监督检验？

4. 塔式起重机性能试验有哪些项目？各应检验多少次？

5. 施工单位提出的3项费用补偿要求是否合理？计算建设单位应补偿施工单位的总费用。

三、分析与参考答案

1. 按原计划塔式起重机在工程开工后第37天投入使用；吊装作业不能连续作业，因为设备钢架吊装完成后，工艺设备基础施工尚未完成，还需闲置7天。

2. 施工单位调整方案后能保证原计划工期不变的理由：虽然设备钢架制作耽误10天，但有7天总时差，采取压缩关键工作（工艺设备调整）3天后，虽然改变了关键线路，仍可保证总工期不变。

3. 监理工程师要求重新监督检验的理由是塔式起重机应每年1次进行定期检验。施工单位应当在施工前向施工所在地的检验检测机构申请监督检验。检验检测机构应当到施工现场实施监督检验，监督检验按照相应安全技术规范等要求执行。

4. 塔式起重机性能试验的项目有额定载荷试验、静载荷试验、动载荷试验。首检和首次定期检验时必须进行；额定载荷试验项目，以后每隔1个检验周期进行1次。

5. 施工单位提出的3项费用补偿要求：

（1）工艺设备调整工作压缩3天，增加赶工费20000元；要求合理。

（2）塔式起重机闲置10天损失费：3000元/天（含运行费300元/天）×10天＝30000元；要求不合理。

（3）设备钢架制作工作停工10天造成其他有关机械闲置、人员窝工等综合损失费40000元；要求合理。

建设单位应补偿施工单位的总费用：20000＋（3000－300）×3＋40000＝68100元。

【案例1H420080-2】

一、背景

A安装公司承包某大楼的空调设备的智能监控系统安装工程。主要监控设备有现场控制器DDC、电动调节阀、电动风阀驱动器（驱动风阀）和温度传感器（水管型、风管型）等。大楼的空调工程是B安装公司承包施工。合同约定：全部监控设备由A公司采购，但其中电动调节阀和电动风阀驱动器由B安装公司安装，空调系统的调试由两家公司共同负责。

A安装公司项目部进场后，依据B安装公司提供的空调工程施工组织设计、空调工程施工方案、变风量空调机组监控设计方案（图1H420084-3）和空调工程施工进度计划（表1H420084-1）等资料，编制空调监控设备的施工方案、监控设备施工进度计划和监控设备材料采购计划。因施工场地狭小，为减少仓储保管，A安装公司项目部在制订监控设备材料采购计划时，考虑集中采购与分批到货的采购计划，要求设备的采购计划涵盖空调工程施工的全过程，使设备材料采购计划与施工进度合理搭接，处理好它们之间的接口管理关系。

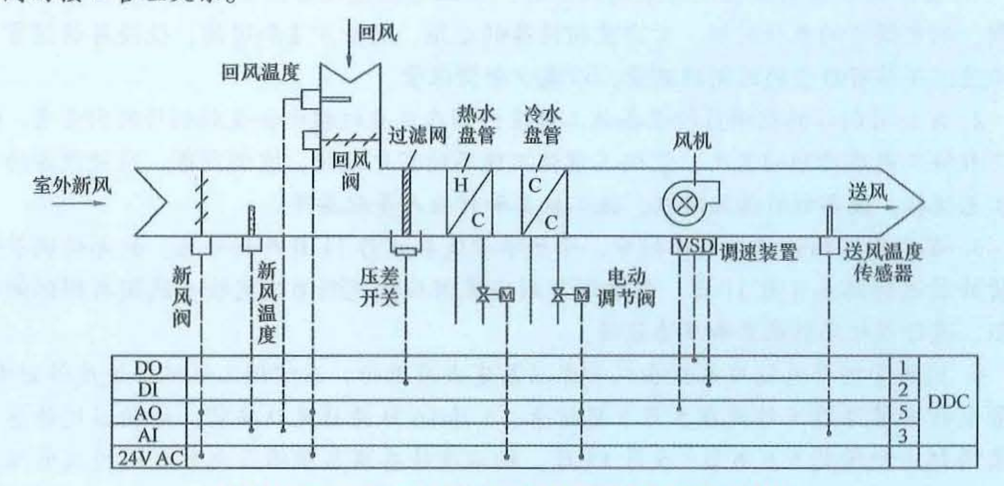


图1H420084-3　变风量空调机组监控设计方案示意图

空调工程施工进度计划　　表1H420084-1

工序＼日（5天）	4月						5月					
	1	6	11	16	21	26	1	6	11	16	21	26
施工准备	—											
设备开箱检查	—											
空调机组安装		—	—									
风管制作、安装、保温			—	—	—	—	—					
风口安装										—		
冷热水管安装			—	—	—	—						
水系统试压、清洗、保温							—	—	—			
试运转、调试											—	
验收交付业主												—

A安装公司在监控工程实施过程中，积极与B安装公司协调，及时调整偏差，使监控工程的施工符合空调工程的施工进度计划，A安装公司和B安装公司共同实施对通风空调系统的联动试运行调试，使空调监控工程按合同要求完工。

二、问题

1. 项目部在编制监控设备采购计划时应注意哪些市场现状？

2. A安装公司项目部制订的空调监控设备进度计划在实施过程中会受到哪些因素的制约？

3. 电动调节阀最迟到货时间是哪天？安装前主要检验内容是哪几项？

4. 写出铂温度传感器（风管型）的安装起止时间及连接到现场控制器的接线电阻要求。

5. 空调机组联合试运转调试由哪个安装公司为主组织实施，变风量空调机组联合试运转调试中主要检测哪些参数？

三、分析与参考答案

1. 项目部在编制监控设备采购计划时，应注意监控设备供货商的供货能力和生产周期，确定供货的最佳时机。考虑监控设备的运距、运输方法和时间，使设备的到货与施工进度安排有恰当的时间提前量，以减少仓储保管。

2. A公司制订的空调监控设备施工进度计划在实施过程中会受到制约的因素有：空调工程施工进度计划的变化，空调工程施工现场的实体现状，空调设备、监控设备的安装工艺规律，设备材料进场时机，施工机具和作业人员配备等。

3. 在空调工程施工进度计划中，冷热水管道在4月11日开始安装，故电动调节阀到货的最迟时间是4月11日。电动调节阀安装前应按说明书规定检查线圈与阀体间的电阻，进行模拟动作试验和压力试验。

4. 因风管型传感器安装应在风管保温层完成后进行，在空调工程施工进度计划中，风管制作安装保温工作是在5月5日结束，5月16日开始风口安装，故铂温度传感器安装的起止时间是5月6日～5月15日，铂温度传感器与现场控制器之间接线电阻应小于1Ω。

5. 通风与空调系统联合试运转及调试由B施工单位为主组织实施，A施工单位为辅联合组织实施。空调机组调试时的主要检测内容：空调机组的送风量的大小及送回风温度的设定值；过滤网的压差开关信号、风机故障报警信号等。

【案例1H420080-3】

一、背景

某安装公司承接一商业中心的建筑智能系统工程施工。工程包括：建筑设备监控系统、安全技术防范系统、公共广播系统、防雷与接地和机房工程。

安装公司项目部进场后，了解商业中心建筑的基本情况、建筑设备安装位置、控制方式和技术要求等，依据监控产品进行深化设计。再依据商业中心工程的施工总进度计划，编制了建筑智能系统工程施工进度计划（表1H420084-2）；该进度计划在报安装公司审批时被否定，要求重新编制。

项目部根据施工图纸和施工进度编制了设备、材料供应计划。在材料送达施工现场

时，施工人员按验收工作的规定，对设备、材料进行验收，还对重要的监控器件进行复检，均符合设计要求。

建筑智能系统工程施工进度计划表　　1H420084-2

序号	工作内容	5月			6月			7月			8月			9月		
		1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21
1	建筑设备监控系统施工															
2	安全技术防范系统施工															
3	公共广播系统施工															
4	机房工程施工															
5	系统检测															
6	系统试运行调试															
7	验收移交															

项目部依据工程技术文件和建筑智能系统工程质量验收规范，编制建筑智能系统检测方案，该检测方案经建设单位批准后实施，分项工程、子分部工程的检测结果均符合规范规定，检测记录的填写及签字确认符合要求。

在工程的质量验收中，发现机房和弱电井的接地干线搭接不符合施工质量验收规范要求，监理工程师对40×4镀锌扁钢的焊接搭接（图1H420084-4）提出整改要求，项目部返工后，通过验收。

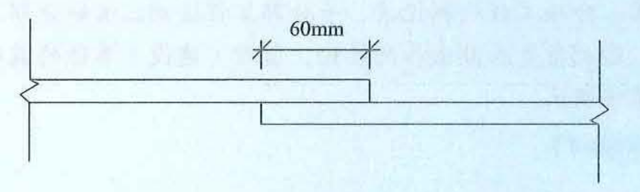


图1H420084-4　40×4　镀锌扁钢焊接搭接示意图

二、问题

1. 写出建筑设备监控系统深化设计的紧前工序。深化设计应具有哪些基本的要求？

2. 项目部编制的施工进度计划为什么被安装公司否定？这种表示方式的施工进度计划有哪些欠缺？

3. 材料进场验收及复检有哪些要求？验收工作应按哪些规定进行？

4. 绘出正确的扁钢焊接搭接示意图。扁钢与扁钢搭接至少几面施焊？

5. 本工程系统检测合格后，需填写几个子分部工程检测记录？检测记录应由谁来做出检测结论和签字确认？

三、分析与参考答案

1. 建筑设备监控系统深化设计的紧前工序是建筑监控设备供应商的确定。深化设计的基本要求：应具有开放结构，协议和接口都应标准化。首先了解建筑物的基本情况、建筑设备的位置、控制方式和技术要求等资料，然后依据监控产品进行深化设计。

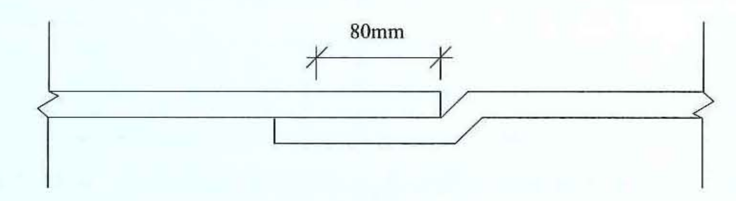
2. 项目部编制的施工进度计划被安装公司否定的理由：施工进度计划中缺少防雷与接地的工作内容，缺少施工工序；系统检测应在系统试运行合格后进行，施工程序有错。

这种表示方式（横道图）的施工进度计划不能反映工作所具有的机动时间，不能反映影响工期的关键工作（关键线路），也就无法反映整个施工过程的关键所在，因而不便于施工进度控制人员抓住主要矛盾，不利于施工进度的动态控制。

3. 材料进场验收及复检的要求：必须根据进料计划、送料凭证、质量保证书或产品合格证进行材料的验收。要求复检的材料应有取样送检证明报告。

验收工作应按质量验收规范和计量检测规定进行。

4. 正确的扁钢焊接搭接示意图如下所示：



扁钢与扁钢搭接至少三面施焊。40×4 镀锌扁钢的焊接搭接，不应小于扁钢宽度的 2 倍，40×2 = 80mm，与扁钢搭接应至少三面施焊。

5. 本工程系统检测合格后，需填写 5 个子分部工程检测记录。检测记录应由检测负责人做出检测结论，由监理工程师或项目专业技术负责人签字确认。

建筑智能系统检测合格后，应填写分项工程检测记录、子分部工程检测记录和分部工程检测汇总记录。分项工程检测记录、子分部工程检测记录和分部工程检测汇总记录由检测小组填写，检测负责人做出检测结论，监理（建设）单位的监理工程师（项目专业技术负责人）签字确认。

【案例1H420080-4】

一、背景

A 公司承包一个 10MW 光伏发电、变电和输电工程项目（图 1H420084-5）。该项目工期 150 天，位于北方某草原，光伏板金属支架工厂制作，每一个光伏组件串（发电 660VDC）用二芯电缆接到直流汇流箱，由逆变器转换成 0.4kV 三相交流电，通过变电站升压至 35kV，采用架空线路与电网连接。

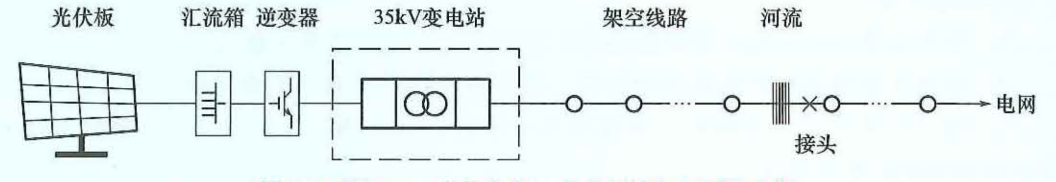


图 1H420084-5 光伏发电、变电和输电工程示意图

A 公司项目部进场后，依据合同、设计要求和工程特点编制了施工方案、施工进度计划、安全技术措施和绿色施工要点。在 10MW 光伏发电工程施工方案和施工进度计划（见表 1H420084-3）审批时，A 公司总工程师指出项目部编制的施工顺序不符合光伏发

电站施工规范要求，施工进度计划中有的工作时间安排不合理，容易造成触电事故，后经施工顺序修改、施工进度计划调整通过审批。项目部在作业前进行了施工交底，重点是防止触电的安全技术措施和草原绿色施工要点。

10MW 光伏发电工程施工进度计划　　　　表 1H420084-3

工作内容	6月			7月			8月			9月		
	1	11	21	1	11	21	1	11	21	1	11	21
支架基础、接地施工	——	——	——	——								
支架及光伏组件安装			——	——	——							
电缆敷设				——	——							
光伏组件电缆接线						——	——					
汇流箱安装、电缆接线								——	——			
逆变器安装、电缆接线									——	——		
系统试验调整											——	
系统送电验收												——

A 公司因施工资源等因素的制约，将 35kV 变电站和 35kV 架空线路分包给 B 公司和 C 公司，并要求 B 公司和 C 公司依据 10MW 光伏发电工程的施工进度编制进度计划，与光伏发电工程同步施工，在 9 月 20 日前完成 35kV 变电站和 35kV 架空线路的测试和调整，配合 10MW 光伏发电工程的系统送电验收。

依据 A 公司项目部的进度要求，B 公司在 9 月 10 日前完成 35kV 变电站的安装工作，后续的系统试验调整合格。C 公司在 9 月 10 日前完成了导线的架设连接（见图 1H420084-5 架空线路），在进行 35kV 架空导线测量、试验时，被 A 公司项目部要求暂停整改，整改项目返工后，检查符合规范要求。

光伏发电工程、35kV 变电站和 35kV 架空线路在 9 月 30 日前系统送电验收合格，A 公司项目部及时整理施工技术资料，按合同要求将工程及竣工资料移交给建设单位。

二、问题

1. 项目部依据进度计划安排施工时可能受到哪些因素的制约？工程分包的施工进度协调管理有哪些作用？

2. 施工进度计划中不合理的工作时间应如何调整？为什么说该施工顺序容易造成触电事故？写出光伏发电站施工规范中对光伏发电工程施工顺序的要求。

3. 说明架空导线在测试时被叫停的原因？写出整改项目返工的合格要求。

4. C 公司在 9 月 20 日前应完成 35kV 架空线路的哪些测试内容？

5. 写出本工程绿色施工中的土壤保护要点。

三、分析与参考答案

1. 项目部依据进度计划安排施工时可能受到光伏发电工程的实体现状、安装工艺规律、设备材料进场时机、施工机具和作业人员的配备等因素的制约。

工程分包的施工进度协调管理能把制约作用转化成有序的施工条件，使各个工程的施工进度计划安排衔接合理，符合总进度计划要求。

2. 施工进度计划中的工作时间调整：汇流箱的电缆接线工作调整到7月21日—8月10日，光伏组件的电缆接线工作调整到8月11日—8月31日。因为光伏组件串联后形成高压直流电（660VDC），电缆与光伏组件串连接后，电缆为带电状态，在后续的电缆施工和接线中容易造成触电事故。

光伏发电站施工规范中对光伏发电工程施工顺序的要求：汇流箱内光伏组件串的电缆接引前，必须确认光伏组件侧和逆变器侧均有明显断开点。因为汇流箱在进行电缆接引时，如果光伏组件串已经连接完毕，那么在光伏组件串两端就会产生直流高电压；而逆变器侧如果没有断开点，其他已经接引好的光伏组件串的电流可能会从逆变器侧逆流到汇流箱内，很容易对人身和设备造成伤害。所以在汇流箱的光伏组件串电缆接引前，必须确保没有电压，确认光伏组件侧和逆变器侧均有明显断开点。

3. 架空导线在准备测试时被叫停的原因是：在跨越河流上空的架空导线有接头。返工的合格要求是：架空导线连接应在电杆上跳线连接，导线连接处的机械强度不低于导线自身强度的90%，导线连接处的导线电阻不超过同长度导线电阻的1.2倍。

4. C公司在9月20日前应完成35kV架空线路的测试内容有：测量绝缘子和线路的绝缘电阻；测量35kV以上线路的工频参数；检查线路各相两侧的相位应一致；冲击合闸试验；测量杆塔的接地电阻值，应符合设计的规定；导线接头测试。

5. 本工程绿色施工中的土壤保护要点：

（1）因工程是在草原上施工，要保护地表环境，防止土壤侵蚀和流失。因施工造成的裸土应及时覆盖。

（2）污水处理设施等不发生堵塞、渗漏、溢出等现象。

（3）防腐用油漆、绝缘材料等应妥善保管，对现场地面造成污染时应及时进行清理。

（4）施工后应恢复施工活动破坏的植被。

1H420090　机电工程施工成本管理

1H420091　施工成本计划编制

一、项目施工成本计划的编制依据

（一）成本计划与成本计划管理

1. 成本计划

成本计划是在多种成本预测的基础上，经过分析、比较、论证、判断之后，预先规定计划期内以货币形式的项目施工耗费和成本所要达到的水平，并且确定各个成本项目比预计要达到的降低额和降低率，提出保证成本计划实施所需要的主要措施方案。

2. 成本计划管理

项目成本计划是项目成本管理的一个重要环节，是实现降低项目成本的指导性文件。项目成本计划的实施过程是动员项目部全体职工，挖掘降低成本潜力的过程；也是检验施

工技术质量管理、工期管理、物资消耗和劳动力消耗管理等效果的过程。

(二)目标成本

1. 目标成本，即项目对未来产品成本所规定的奋斗目标。它比已达到的实际成本要低，但又是经过努力可以实现的。目标成本管理是现代企业经营管理的重要组成部分，它是市场竞争的需要，是企业挖掘内部潜力、不断降低施工成本、提高企业整体工作质量的需要。

施工项目的成本管理实质就是一种目标管理。项目管理的最终目标是低成本、高质量、短工期，而低成本是这三大目标的核心和基础。

2. 目标成本的计算公式如下：

$$\text{项目目标成本}=\text{预计结算收入}-\text{税金}-\text{项目目标利润} \quad (1H420091\text{-}1)$$

$$\text{目标成本降低额}=\text{项目的预算成本}-\text{项目的目标成本} \quad (1H420091\text{-}2)$$

$$\text{目标成本降低率}=\frac{\text{目标成本降低额}}{\text{项目的预算成本}}\times 100\% \quad (1H420091\text{-}3)$$

(三)成本计划的编制依据

成本计划是建立项目成本管理责任制、开展成本控制和核算的基础，是进行成本费用控制的主要依据，其编制依据为：

1. 工程承包合同。合同文件中除了各种合同文件外，还包括招标文件、投标文件、设计文件等，合同中的工程内容、数量、规格、质量、工期和支付条款都将对工程的成本计划产生重要的影响。因此承包方在签订合同前应进行认真的研究与分析，在正确履约的前提下降低工程成本。

2. 项目管理实施规划。其中以工程项目施工组织设计文件为核心的项目实施技术方案与管理方案，是在充分调查和研究现场条件及有关法规条件的基础上制定的，不同实施条件下的技术方案和管理方案，将导致工程成本的不同。

3. 项目经理与企业法人签订的内部承包合同及有关资料。

4. 可行性研究报告和相关设计文件。

5. 已签订的分包合同(或估价书)。

6. 生产要素价格信息。人工、材料、机械台班的市场价格；企业颁布的材料指导价、企业内部机械台班价格、劳动力内部挂牌价格；周转设备内部租赁价格、摊销损耗标准，构件、结构件外加工计划和合同。

7. 类似项目的成本资料。有关技术经济指标完成情况的分析资料；有关财务成本核算制度和财务历史资料等。

8. 施工成本预测资料。拟采取的降低施工成本的措施；其他相关资料等。

二、项目施工成本计划的编制原则和程序

(一)项目成本计划编制的原则

项目成本计划编制的原则有合法性原则、可行性原则、弹性的原则和可比性原则。

(二)项目成本计划编制的程序

1. 大型项目一般采用分级编制的方式，即先由各部门提出各部门成本计划，再由项目部汇总编制全项目的成本计划。

2. 小型项目一般采用集中编制方式，即由项目部先编制各部门成本计划，再汇总编

制全项目的成本计划。

三、项目成本计划的内容

（一）项目成本计划的组成

施工项目的成本计划由项目直接成本计划和间接成本计划组成。

1. 直接成本计划

直接成本计划主要反映工程成本的预算价格、计划降低额和计划降低率。直接成本计划的具体内容如下：

（1）编制说明。对工程的范围、投标竞争过程及合同条件、承包人对项目经理提出的责任成本目标、项目成本计划编制的指导思想和依据等的具体说明。

（2）项目成本计划的指标。项目成本计划的指标应经过科学的分析预测来确定，可以采用对比法、因素分析法测定。

（3）按工程量清单列出的单位工程计划成本汇总表。

（4）按成本性质划分的单位工程成本汇总表，根据清单项目的再分析，分别对人工费、材料费、机械费、措施费、企业管理费和税费进行汇总，形成单位工程成本计划表。

（5）项目成本计划应在项目实施方案确定和不断优化的前提下进行编制，因为不同的实施方案将导致直接工程费、措施费和企业管理费的差异。成本计划的编制是项目成本预控的重要手段。因此在开工前编制完成，以便将计划成本目标分解落实，为各项成本的执行提供明确的目标、控制手段和管理措施。

2. 间接成本计划

（1）间接成本计划主要反映施工现场管理费用的计划数、预算收入数及降低额。

（2）间接成本计划应根据工程项目的核算期，以项目总收入费的管理费为基础，制订各部门费用的收支计划，汇总后作为工程项目的管理费用计划。

（3）在间接成本计划中，收入应与取费口径一致，支出应与会计核算中管理费用的二级科目一致。

（4）间接成本计划的收支总额，应与项目成本计划中管理费一栏的数额相符。

（5）各部门应按照节约开支、压缩费用的原则，制定“管理费用归口包干指标落实办法”，以保证计划的实施。

（二）项目成本计划表

1. 项目成本计划任务表

项目成本计划任务表主要是反映项目预算成本、计划成本、成本降低额、成本降低率的文件。

2. 项目间接成本计划表

项目间接成本计划表主要指施工现场管理费计划表。反映发生在项目部的各项施工管理费的预算收入、计划数和降低额。

3. 项目技术组织措施表

项目技术组织措施表由项目部有关人员分别就应采取的技术组织措施预测它的经济效益，最后汇总编制而成。编制技术组织措施表的目的是在不断采用新工艺、新技术的基础上提高施工水平，改善施工工艺过程，推广工业化和机械化施工方法，以及通过采纳合理

化建议而降低成本。

4. 项目降低成本计划表

根据企业下达给该项目的降低成本任务和该项目部自己确定的降低成本指标而制订出项目成本降低计划。它是编制成本计划任务表的重要依据。

四、项目成本计划编制的方法

（一）施工预算法

施工预算法，是指以施工图中的工程实物量，套以施工工料消耗定额，计算工料消耗量，并进行工料汇总，然后统一以货币形式反映施工生产耗费水平。

采用施工预算法编制成本计划，是以单位工程施工预算为依据，并考虑结合技术节约措施计划，以进一步降低施工生产消耗水平。

施工预算法计划成本＝施工预算工料消耗费用－技术节约措施计划节约额

（二）技术节约措施法

技术节约措施法，是指以工程项目计划采取的技术组织措施和节约措施所能取得的经济效果为项目成本降低额，然后计算工程项目计划成本的方法。

工程项目计划成本＝工程项目预算成本－技术节约措施计划节约额（成本降低额）

（1H420091-4）

$$\text{计划成本降低率}=\frac{\text{计划成本降低额}}{\text{工程项目预算成本}}\times 100\% \qquad (1H420091\text{-}5)$$

（三）成本习性法

成本习性法是固定成本和变动成本在编制成本计划中的应用，主要按照成本习性，将成本分成固定成本和变动成本两类，以此计算计划成本。

1. 材料费

材料费与工程量有直接的关系，属于变动成本。

2. 人工费

人工费在计时工资形式下，生产工人工资属于固定成本，因为不管任务完成与否，工资照发，与工程量无直接关系。如果采用计件超额工资形式，其计件工资部分属于变动成本，奖金、效益工资和浮动部分，应计入变动成本。

3. 机械使用费

机械使用费中有些费用随工程量增减而变动，如燃料费、动力费等，属于变动成本。有些费用不随工程量变动，机械折旧费、大修理费、机修工和操作工的工资等，属于固定成本。此外还有机械的场外运输费和机械组装拆卸、替换配件等经常修理费，由于不直接用于生产，也不随工程量的增减成正比例变动，而是在生产能力得到充分利用，工程量增长时，所分摊的费用就小些，在工程量下降时，所分摊的费用就大一些，所以这部分费用为介于固定成本和变动成本之间的半变动成本，可按一定比例分为固定成本和变动成本。

4. 措施费

措施费是水、电、风、汽等费用以及现场发生的其他费用，多数与工程量发生联系，属于变动成本。

5. 施工管理费

（1）管理人员工资、生产工人辅助工资、工资附加费、办公费、差旅费、固定资产使用费、职工教育经费、上级管理费等，基本上属于固定成本。

（2）检验试验费、外单位管理费等与工程量增减有直接关系，则属于变动成本范围。

（3）劳动保护费中的劳保服装费、防寒降温费、防寒用品费，劳动部门都有规定的领用标准和使用年限，基本上属于固定成本范围。

（4）技术安全措施费、保健费，大部分与工程量有关，属于变动成本。

（5）工具用具使用费中，行政使用的家具费属固定成本。

（6）工人领用工具，企业对机修工、电工、钢筋工、车工、钳工等的工具按定额配套，规定使用年限，定期以旧换新，属于固定成本。

6. 工程项目计划成本＝项目变动成本总额＋项目固定成本总额

（四）清单测算法

对于采用工程量清单投标报价的工程项目，其目标成本是根据中标的工程量清单中分部分项工程费、措施项目费和其他项目费汇总而成。其中分部分项部分是从综合单价中扣除其包括的企业管理费、利润和税金后重新形成的单价和总价，措施项目费和其他项目费中扣除履约保函及工程保险的费用后形成的总价。

1H420092　施工成本计划实施

一、项目成本控制

（一）项目成本动态控制

1. 项目成本控制是指在施工过程中，对影响项目成本的各种因素加强管理，并采取各种有效措施，将施工中实际发生的各种消耗和支出严格控制在成本计划范围内，随时揭示并及时反馈，严格审查各项费用是否符合标准，计算实际成本和计划成本之间的差异并进行分析，消除施工中的损失和浪费现象，发现和总结先进经验。

2. 项目成本控制是在成本发生和形成的过程中，对成本进行的监督检查。成本的发生和形成是个动态的过程，成本的控制也应该是个动态的过程，因此也可称为成本的过程控制。

（二）项目成本控制的依据

1. 项目承包合同文件

项目成本控制要以工程承包合同为依据，围绕降低工程成本这个目标，从预算收入和实际成本两方面，努力挖潜增收节支潜力，以求获得最大的经济效益。

2. 项目成本计划

项目成本计划是根据工程项目具体情况制定的施工成本控制方案，既包括预定的具体成本控制目标，又包括实现控制目标的措施和规划，是项目成本控制的指导性文件。

3. 进度报告

进度报告提供了对应时间节点的工程实际完成量、工程施工成本实际支付情况等重要信息。成本控制工作正是通过实际情况与施工成本计划相比较，找出两者之间的差异，分析偏差产生的原因，采取措施改进以后的工作。此外，进度报告还有助于管理者及时发现工程施工中存在的隐患，并在事态还未造成重大损失之前采取措施，尽量避免或减少损失。

4. 工程变更与索赔资料

在项目的实施过程中，由于各方面的原因，工程变更是很难避免的。工程变更一般包括设计变更、进度计划变更、施工条件变更、技术规范与标准变更、施工工序变更、工程数量变更等。一旦出现变更，工程量、工期、成本都必将发生变化，使得施工成本控制变得更加复杂和困难。因此，施工成本管理人员应当通过对工程变更中各类数据的计算、分析，随时掌握变更情况，包括已发生工程量、将要发生工程量、工期是否发生拖延、支付情况等重要信息，判断变更与索赔可能带来的成本增减。

5. 各种资源的市场信息

根据各种资源的市场价格信息和项目的实施情况，计算项目的成本偏差，估计成本的发展趋势。

（三）项目成本控制的要求

1. 要按照项目成本目标值来控制生产要素的采购价格，并认真做好材料、设备进场数量和质量的检查、验收与保管。

2. 要控制生产要素的利用效率和消耗定额，如任务单、限额领料、验工报告审核等。同时要做好不可预见成本风险的分析和预控，包括编制相应的应急措施等。

3. 控制影响效率和消耗量的其他因素（如工程变更等）所引起的成本增加。

4. 把项目成本管理责任制度与对项目管理者的奖励机制结合起来，以增强管理人员的成本意识和控制能力。

5. 承包人必须有一套健全的财务管理制度，按规定的权限和程序对项目资金的使用和结算支付进行审核、审批，使其成为项目成本控制的一个重要手段。

二、成本计划实施的步骤

根据工程项目施工成本管理的要求和特点，工程项目施工成本计划实施的步骤为：成本预测→成本计划→成本控制→成本核算→成本分析→成本考核。

1. 成本预测

成本预测是指承包企业及其项目部有关人员凭借历史数据和工程经验，运用一定方法对工程项目未来的成本水平及其可能的发展趋势做出科学估计。项目成本预测是项目成本计划的依据。成本预测的方法可分为定性预测和定量预测两大类。

2. 成本计划

成本计划是在成本预测的基础上，承包企业及其项目部对计划期内项目的成本水平所做的筹划。承包企业项目成本计划是以货币形式编制的项目在计划期内的生产费用、成本水平及为降低成本采取的主要措施和规划的具体方案。成本计划是进行成本控制的主要依据。

3. 成本控制

成本控制是指项目在实施过程中，对影响项目成本的各项要素，即施工所耗费的人力、物力和各项费用开支，采取一定措施进行监督、调节和控制，及时预防、发现和纠正偏差，保证项目成本目标的实现。项目成本控制的内容包括项目决策成本控制、投标费用控制、设计成本控制和施工成本控制等内容。成本控制主要从人工费、材料费、机械费、管理费等方面进行控制。

4. 成本核算

（1）计算项目总成本和单位工程成本的管理工作。成本核算是承包企业利用会计核算体系，对项目建设工程中所发生的各项费用进行归集，统计其实际发生额，并计算项目总成本和单位工程成本的管理工作。项目成本核算是承包企业成本管理的基础工作，它所提供的各种信息，是成本预测、成本计划、成本控制和成本考核等的依据。

（2）成本核算应严格按照《施工企业会计制度》相关规定逐月进行。成本核算对象、方法一经确定，最好不要随意改变，同时应与施工项目管理目标成本的界定范围一致。应遵循权责发生制原则、收入与费用配比原则，真实、准确、及时地反映成本费用开支情况，不应以暂估成本、计划成本或预算成本代替实际成本。

5. 成本分析

（1）按照“量价分离”的原则。成本分析是揭示项目成本变化情况及其变化原因的过程，为成本考核提供依据。

成本分析应按照“量价分离”的原则，采用对比分析等方法，对实际工程量与预算工程量、实际消耗量与预算消耗量、实际价格与采购价格（或预算价格）、各种费用实际发生额与计划发生额等进行对比分析。

（2）一般应按月进行。应对人工费、机械使用费等量差节约、价差节约及其原因情况进行详细分析，编制成本分析资料。

6. 成本考核

（1）成本考核是对成本管理的成绩或失误进行总结与评价。在工程项目建设过程中或项目完成后，定期对项目形成过程中的各级单位成本管理的成绩或失误进行总结与评价。通过成本考核，给予责任者相应的奖励或惩罚。

（2）承包企业应建立和健全项目成本考核制度，作为项目成本管理责任体系的组成部分。考核制度应对考核的目的、时间、范围、对象、方式、依据、指标、组织领导以及结论与奖惩原则等做出明确规定。

1H420093 施工成本计划分析

一、成本分析的基本方法

1. 比较法

比较法又称指标对比分析法，是通过技术经济指标的对比，检查目标的完成情况，分析产生差异的原因，进而挖掘内部潜力的方法。比较法的应用，通常有下列形式：

（1）将本期实际指标与目标指标对比；

（2）将本期实际指标与上期实际指标对比；

（3）本期实际指标与本行业平均水平、先进水平对比。

2. 因素分析法

因素分析法又称连环置换法。这种方法可用来分析各种因素对成本的影响程度。在进行分析时，首先要假定众多因素中的一个因素发生了变化，其他因素则不变，然后逐个替换，分别比较其计算结果，以确定各个因素的变化对成本的影响程度。据此对企业的成本计划执行情况进行评价，提出改进措施。

3. 差额计算法

差额计算法是因素分析法的一种简化形式，它利用各个因素的目标值与实际值的差额

来计算其对成本的影响程度。

4. 比率法

比率法是指用两个以上的指标的比例进行分析的方法。其基本特点是：先把对比分析的数值变成相对数，再观察其相互之间的关系。常用的比率法有：相关比率法、构成比率法、动态比率法等。

二、综合成本分析法

综合成本是涉及多种生产要素，并受多种因素影响的成本费用，如分部的分项工程成本、月（季）度成本、年度成本等。由于这些成本是随着项目施工的进展而逐步形成，与生产经营有着密切的关系。

1. 分部分项工程成本分析

分部分项工程成本分析是施工项目成本分析的基础，分析的主要对象是已完分部分项工程。分析的方法是：进行预算成本、目标成本和实际成本的“三算”对比，分别计算实际成本与预算成本、实际成本与目标成本的偏差，分析偏差产生的原因，为今后的分部分项工程寻求节约途径。

分部分项工程成本分析的资料来源是：预算成本来自投标报价，目标成本来自施工预算，实际成本来自施工任务单的实际工程量、实耗人工和限额领料单的实耗材料。

2. 月（季）度成本分析

月（季）度成本分析是项目定期的、经常性的中间成本分析。通过月（季）度成本分析，可以及时发现问题，以便按照成本目标指定的方向进行监督和控制，保证项目成本目标的实现。

3. 年度成本分析

工程项目的施工（或承包）周期一般较长，除进行月（季）度成本核算和分析外，还要进行年度成本的核算和分析，这不仅是企业汇编年度成本报表的需要，同时也是项目成本管理的需要。年度成本分析的依据是年度成本报表。年度成本分析的内容，除月（季）成本分析的内容外，重点是针对下一年度的施工进展情况制定切实可行的成本管理措施，以保证施工项目成本目标的实现。

4. 竣工成本的综合分析

凡是有几个单位工程而且是单独进行成本核算（即成本核算对象）的项目，其竣工成本分析应以各单位工程竣工成本分析资料为基础，再加上项目部的经营效益（如资金调度、对外分包等所产生的效益）进行综合分析。如果施工项目只有一个成本核算对象（单位工程），就以该成本核算对象的竣工成本资料作为成本分析的依据。单位工程竣工成本分析应包括：竣工成本分析、主要资源节超对比分析、主要技术节约措施及经济效果分析。

三、项目专项成本的分析方法

1. 成本盈亏异常分析

检查成本盈亏异常的原因，应从经济核算的“三同步”入手。因为项目经济核算的基本规律是：在完成多少产值、消耗多少资源、发生多少成本之间，有着必然的同步关系。如果违背这个规律，就会发生成本的盈亏异常。

2. 工期成本分析

工期成本分析，就是计划工期成本与实际工期成本的比较分析。计划工期成本是指在假定完成预期利润的前提下计划工期内所耗用的计划成本；而实际工期成本是在实际工期中耗用的实际成本。

3. 资金成本分析

资金与成本的关系是指工程收入与工程成本支出的关系。根据工程成本核算的特点，工程收入与成本支出有很强的相关性。进行资金成本分析通常应用“成本支出率”指标，即成本支出占工程款收入的比例，计算公式如下：

$$\text{成本支出率}=\frac{\text{计划期实际成本支出}}{\text{计划期实际工程款收入}}\times 100\% \qquad (1H420093\text{-}1)$$

通过对“成本支出率”的分析，可以看出资金收入中用于成本支出的比重。

4. 技术组织措施执行效果分析

技术组织措施必须与工程项目的特点相结合，技术组织措施有很强的针对性和适应性。计算节约效果的方法一般按以下公式：

$$\text{措施节约效果}=\text{措施前的成本}-\text{措施后的成本} \qquad (1H420093\text{-}2)$$

对节约效果的分析，要联系措施的内容和执行情况来进行。

5. 其他有利因素和不利因素对成本的影响。

1H420094 施工成本控制措施

一、施工成本控制的原则

1. 全面控制原则

（1）项目成本全员控制；

（2）项目成本的全过程控制。

2. 动态控制原则

（1）项目是一次性行为，成本控制应更重视事前、事中控制；

（2）编制成本计划，制定或修订各种消耗定额和费用开支标准；

（3）施工阶段重在执行成本计划，落实降低成本措施，执行成本目标管理；

（4）建立灵敏的成本信息反馈系统。

3. 目标管理原则。

4. 责、权、利相结合原则。

5. 节约原则

（1）编制工程预算时，应“以支定收”，保证预算收入；在施工过程中，要“以收定支”，控制资源消耗和费用支出。

（2）严格控制成本开支范围，明确费用开支标准和有关财务制度，对各项成本费用的支出进行限制和监督。抓住索赔时机，合理力争甲方给予经济补偿。

6. 开源与节流相结合原则。

二、各阶段项目成本控制的要点

1. 施工准备阶段项目成本的控制要点

（1）优化施工方案，对施工方法、施工顺序、机械设备的选择、作业组织形式的确定、技术组织措施等方面进行认真研究分析，运用价值工程理论，制定出技术先进、经济

合理的施工方案。

（2）编制成本计划并进行分解。

（3）做出施工队伍、施工机械、临时设施建设等其他间接费用的支出预算，进行控制。

2. 施工阶段项目成本的控制要点

（1）对分解的成本计划进行落实。

（2）记录、整理、核算实际发生的费用，计算实际成本。

（3）进行成本差异分析，采取有效的纠偏措施，充分注意不利差异产生的原因，以防对后续作业成本产生不利影响或因质量低劣而造成返工现象。

（4）注意工程变更，关注不可预计的外部条件对成本控制的影响。

3. 竣工交付使用及保修阶段项目成本的控制要点

（1）工程移交后，要及时结算工程款，进行成本分析，总结经验。

（2）控制保修期的保修费用支出，并将此问题反馈至有关责任者。

（3）进行成本分析考评，落实奖惩制度。

三、项目成本控制的方法

项目成本的控制方法主要有以目标成本控制成本支出、用工期－成本同步的方法控制成本。在施工项目成本控制中，按施工图预算，实行“以收定支”，或者“量入为出”，是最有效的方法之一。

1. 以施工图预算控制人力资源和物质资源的消耗，实行资源消耗的中间控制。

2. 应用成本与进度同步跟踪的方法控制分部分项工程成本。即施工到什么阶段，就应该发生相应的成本费用。如果成本与进度不对应，就要视为“不正常”现象进行分析，找出原因，并加以纠正。

3. 建立项目月度财务收支计划制度，以用款计划控制成本费用支出。

4. 建立以项目成本为中心的核算体系，以项目成本审核签证制度控制成本费用支出。

5. 管理标准化、科学化，建立和完善成本核算、成本分析及成本考核制度。

6. 应用成本分析表法控制项目成本。成本分析表，包括月度成本分析表和最终成本控制报告表。月度成本分析表又分直接成本分析表和间接成本分析表两种。

四、施工成本控制措施

1. 人工费成本的控制措施。严格劳动组织，合理安排生产工人进出厂时间；严格劳动定额管理，实行计件工资制；加强技术培训，强化生产工人技术素质，提高劳动生产率。

2. 工程设备成本控制措施。加强工程设备管理，控制设备采购成本、运输成本、设备质量成本。

3. 材料成本的控制措施。材料采购方面从量和价两个方面控制。尤其是项目含材料费的工程，如非标准设备的制作安装。材料使用方面，从材料消耗数量控制，采用限额领料和有效控制现场施工耗料。

4. 施工机械成本的控制措施。优化施工方案；严格控制租赁施工机械；提高施工机械的利用率和完好率。

5. 其他直接费的控制措施。以收定支，严格控制。

6. 间接费用的控制措施。尽量减少管理人员的比重，一人多岗；各种费用支出要用指标控制。

【案例1H420090-1】

一、背景

某安装公司分包一商务楼（1~5层为商场，6~30层为办公楼）的变配电工程，工程的主要设备（三相干式电力变压器、手车式开关柜和抽屉式配电柜）由业主采购，设备已运抵施工现场。其他设备、材料由安装公司采购，合同工期60天，并约定提前一天奖励5万元人民币，延迟一天罚款5万元人民币。

安装公司项目部进场后，依据合同、施工图、验收规范及总承包的进度计划，编制了变配电工程的施工方案、进度计划（见图1H420094-1）、劳动力计划和计划费用。项目部施工准备工作用去了5天。当正式施工时，因商场需提前送电，业主要求变配电工程提前5天竣工。项目部按工作持续时间及计划费用（见表1H420094）分析，在关键工作上，以最小的赶工增加费用，在试验调整工作前赶出5天。

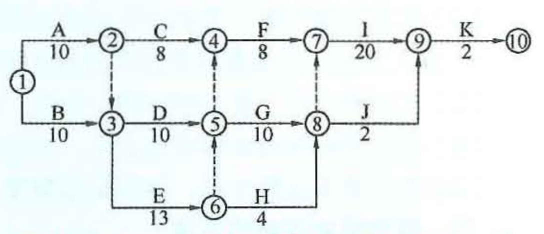


图1H420094-1　变配电工程进度计划（单位：天）

工作持续时间及计划费用表　　表1H420094

代号	工作内容	紧前工作	持续时间（天）	计划费用（万元）	可压缩时间（天）	压缩单位时间增加费用（万元/天）
A	基础框架安装	—	10	10	3	1
B	接地干线安装	—	10	5	2	1
C	桥架安装	A	8	15	3	0.8
D	变压器安装	A、B	10	8	2	1.5
E	开关柜配电柜安装	A、B	13	32	3	1.5
F	电缆敷设	C、D、E	8	90	2	2
G	母线安装	D、E	10	80	—	—
H	二次线路敷设	E	4	4	1	—
I	试验调整	F、G、H	20	30	3	1.5
J	计量仪表安装	G、H	2	4	—	—
K	检查验收	I、J	2	2	—	—

进入试验调整工作时，发现有2台变压器线圈因施工中保管不当受潮，干燥处理用去3天，并增加费用3万元，项目部又赶工3天。变配电工程最终按业主要求提前5天竣工，验收合格后，资料整理齐全，准备归档。

二、问题

1. 项目部在哪几项工作上赶工了？分别列出其赶工天数和增加的费用。

2. 变配电工程原计划施工费用是多少？

3. 变压器线圈可采用哪种加热方法干燥？干燥后必须检查哪项内容合格后方可做耐压试验？

4. 变配电工程可按哪种工程划分类别竣工验收？竣工资料应何时归档？

5. 计算变配电工程成本降低率。

三、分析与参考答案

1. 关键线路有两条：①→②→③→⑥→⑤→⑧→⑦→⑨→⑩

①→③→⑥→⑤→⑧→⑦→⑨→⑩

关键工作有A、B（A和B并列）、E、G、I、K；

在基础框架安装（A）工作上赶工2天，赶工费：2×1＝2万元；

在接地干线安装（B）工作上赶工2天，赶工费：2×1＝2万元；

在开关柜配电柜安装（E）工作上赶工3天，赶工费：3×1.5＝4.5万元；

在试验调整（I）工作上压缩3天，赶工费：3×1.5＝4.5万元。

2. 因为变配电工程原计划费用为各工序计划费用之和。故原计划费用为：

10＋5＋15＋8＋32＋90＋80＋4＋30＋4＋2＝280万元

3. 变压器线圈可采用铜损法加热干燥；干燥后必须检查变压器线圈的绝缘状况，绝缘合格后方可做耐压试验。

4. 因为变配电工程只是商务楼工程单项工程的一个子单位（子分部）工程，可先按子单位（子分部）工程进行竣工验收，但是，竣工资料应在商务楼工程全部验收合格时归档。

5. 成本降低率＝（计划成本－实际成本）/计划成本。

原计划费用：10＋5＋15＋8＋32＋90＋80＋4＋30＋4＋2＝280万元。

因为，总的赶工费用：2＋2＋4.5＋4.5＝13万元；变压器干燥增加费用3万元；提前5天奖励25万元；故赶工后实际费用为：280＋13＋3－25＝271万元。

所以，变配电工程成本降低率：（280－271）/280＝3.21%。

【案例1H420090-2】

一、背景

某安装公司承包一大型制药厂的机电安装工程，工程内容：工艺设备、管道、电气、通风空调安装等。安装公司依据合同和设计要求，编制了施工组织设计、施工方案。施工组织设计内容包括：工程概况、施工部署、施工进度计划、施工准备与资源配置计划和施工现场平面布置等。

工程项目按计划实施，工程项目的预算成本为12000万元。安装公司要求项目部编制的项目成本计划中，降低项目的目标成本，目标成本降低率为10%。根据安装公司要求，项目部在编制和实施项目成本计划时，采取的技术组织措施和节约措施等，使项目计划成本降低率达到15%。

项目部在施工各阶段对项目成本进行重点控制，并对成本计划进行分解；优化施工方案，控制施工人员、施工机械、临时设施建设等其他间接费用的支出。编制的成本控制措施有：

（1）人工成本控制：严密劳动组织和严格劳动定额管理；

（2）材料成本控制：加强材料采购成本管理；

（3）施工机械费控制：严格控制租赁施工机械；

（4）其他费用控制：减少管理人员比重、控制各种费用支出。

在不锈钢管道系统安装后，施工人员用洁净水（氯离子含量小于23ppm）对管道系统进行试压时（见图1H420094-2），被监理工程师要求暂停，认为压力试验操作不符合规范要求，要其整改。由于现场条件的限制，还有部分管道系统无法进行水压试验，经过设计和建设单位同意，允许安装公司对部分管道系统的环向、纵向对接焊缝及其他焊缝采用100%无损检测，代替现场水压试验，并由设计单位对管道系统进行分析是否质量合格。

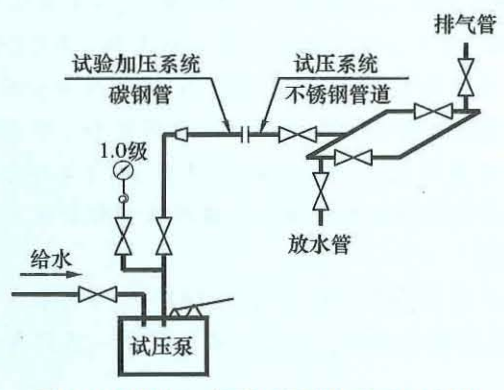


图1H420094-2　管道系统水压试验示意图

在施工中，项目部对施工质量控制策划，通过对工序质量过程进行控制，使不合格项目及时返工达到合格要求，并对改变了外形尺寸但仍能满足安全使用要求的项目和难以确定的质量部位进行检测鉴定，完成工程的竣工验收。

二、问题

1. 编制施工组织设计中的施工准备与资源配置计划包括哪些内容？

2. 安装公司要求的目标成本是多少？项目部编制的计划成本是多少？项目部能否完成公司的目标成本要求？

3. 项目部编制的成本控制措施是否完善？还应补充哪些措施？

4. 图1H420094-2中的水压试验有哪些不符合规范规定？写出正确的做法。

5. 背景中的工艺管道系统的焊缝应采用哪几种检测方法？设计单位对工艺管道系统应如何分析？

6. 对改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求的项目应按哪些文件进行验收？对难以确定的质量部位应如何进行质量验收？

三、分析与参考答案

1. 施工组织设计中编制的施工准备包括：技术准备，现场准备，资金准备；资源配置计划包括：劳动力配置计划，物资配置计划。

2. 安装公司要求的目标成本：

目标成本降低额＝项目预算成本×目标成本降低率＝12000×10%＝1200万元

目标成本＝项目预算成本－目标成本降低额＝12000－1200＝10800万元

项目部编制的计划成本：

计划成本降低额=项目预算成本 × 计划成本降低率= 12000×15% = 1800 万元

计划成本=项目预算成本—计划成本降低额= 12000—1800 = 10200 万元

计划成本= 10200 万元<目标成本= 10800 万元，项目部能完成公司的目标成本。

3. 项目部编制的成本控制措施不完善。还应补充的措施有：

（1）人工成本控制中，强化生产工人技术素质，提高劳动生产率；

（2）材料成本控制中，加强材料消耗的管理；

（3）施工机械费控制中，按施工方案和施工技术措施规定的机种和数量安排使用，提高施工机械的利用率和完好率。

4. 图 1H420094-2 中的水压试验不符合规范要求之处：压力表只有 1 块，压力表安装位置错误。

正确做法：压力表不得少于 2 块，应在加压系统的第一个阀门后（始端）和系统最高点（排气阀处、末端）各装 1 块压力表。

5. 背景中的工艺管道系统的管道环向对接焊缝应采用射线检测、超声检测，组成件的连接焊缝应采用渗透检测或磁粉检测。设计单位对工艺管道系统进行柔性分析。

6. 对改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求的项目可按技术方案和协商文件进行验收。对难以确定的质量部位应由有资质的检测单位进行检测鉴定，其结论可以作为质量验收的依据。

【案例1H420090-3】

一、背景

某施工单位中标某大型商业广场（地下 3 层为车库、1～6 层为商业用房、7～28 层为办公用房），中标价 2.2 亿元，工期 300 天，工程内容为配电、照明、通风空调、管道、设备安装等。主要设备：冷水机组、配电柜、水泵、阀门均为建设单位指定产品，施工单位采购，其余设备、材料由施工单位自行采购。

施工单位项目部进场后，编制了施工组织设计和各专项方案。因设备布置在主楼三层设备间，采用了设备先垂直提升到三楼，再水平运输至设备间的运输方案。设备水平运输时，使用混凝土结构柱做牵引受力点，并绘制了设备水平运输示意图（图 1H420094-3），报监理及建设单位后被否定。

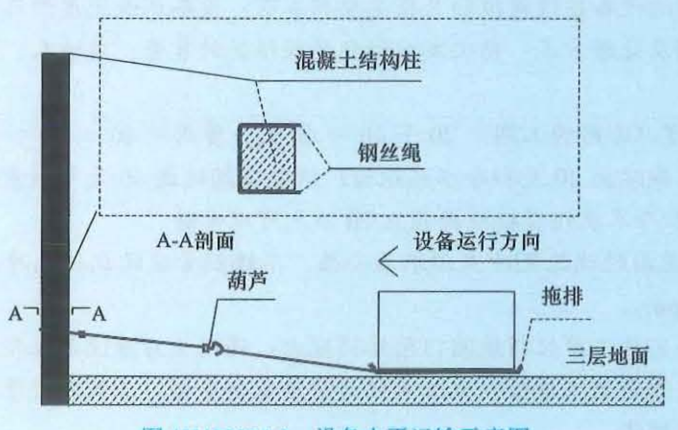


图 1H420094-3 设备水平运输示意图

施工现场临时用电计量的电能表，经地级市授权的计量检定机构检定合格，供电部门检查后，提出电能表不准使用，要求重新检定。

在设备制造合同签订后，项目部根据监造大纲，编制了设备监造周报和月报，安排了专业技术人员驻厂监造，并设置了监督点。设备制造完成后，因运输问题导致设备延期5天运达施工现场。

施工期间，当地发生地震，造成工期延误20天，项目部应建设单位要求，为防止损失扩大，直接投入抢险费用50万元；外用工因待遇低而怠工，造成工期延误3天；在调试时，因运营单位技术人员误操作，造成冷水机组的冷凝器损坏，回厂修复，直接经济损失20万元，工期延误40天。

项目部在给水系统试压后，仍用试压用水（氯离子含量为30ppm）对不锈钢管道进行冲洗；在系统试运行正常后，工程于2017年9月竣工验收。2019年4月给水系统的部分阀门漏水，施工单位以阀门是建设单位指定的产品为由拒绝维修，但被建设单位否定，施工单位派出人员对阀门进行了维修。

二、问题

1. 设备运输方案被监理和建设单位否定的原因何在？如何改正？

2. 检定合格的电能表为什么不能使用？项目部编制的设备监造周报和月报有哪些主要内容？

3. 计算本工程可以索赔的工期及费用。

4. 项目部采用的试压及冲洗用水是否合格？说明理由。说明建设单位否定施工单位拒绝阀门维修的理由。

三、分析与参考答案

1. 设备运输方案被监理和建设单位否定的原因：设备的牵引绳不能直接绑扎在混凝土结构柱上。

改正措施：设备运输方案中，设备的牵引绳在混凝土结构柱上应用木方或钢板保护；牵引绳采用结构柱为受力点，须报原设计单位校验同意后实施。

2. 电能表属于强制检定范畴，必须经省级计量行政主管部门授权的检定机构进行检定，合格后才准使用。

项目部编制的设备监造周报和月报主要内容有：设备制造进度情况；质量检查的内容；发现的问题及处理方式；前次发现问题处理情况的复查；监造人、时间等其他相关信息。

3. 本工程可以索赔的工期＝20＋40＝60天；费用＝50＋20＝70万元。

地震造成工期延误20天和冷水机组回厂修复工期延误40天可以索赔。直接投入抢险费用50万元和冷水机组直接经济损失20万元可以索赔。

4. 项目部采用的试压及冲洗用水不合格，不锈钢管道的试压及冲洗用水的氯离子含量要小于25ppm。

建设单位否定施工单位拒绝阀门维修的理由：阀门虽为建设单位指定产品，但阀门合同的签订及采购是施工单位，施工单位是质量责任主体。工程还处于质保期内，施工单位应该无条件维修。

1H420100 机电工程施工预结算

1H420101 施工图预算及安装定额的应用

一、施工图预算的作用

1. 施工图预算是施工图设计完成后、工程开工前，根据已批准的施工图纸、现行的预算定额、费用定额和地区人工、材料、设备与机械台班等资源价格，在施工方案或施工组织设计已大致确定的前提下，按照规定的计算程序计算直接工程费、措施费，并计取间接费、利润、税金等费用，确定单位工程造价的技术经济文件。

2. 按照工程施工图以及计价所需的各种依据，在工程实施前所计算的工程价格，均可称为施工图预算价格。施工图预算价格既可以是按照统一规定的预算单价、取费标准、计价程序计算而得到的属于计划或预期性质的施工图预算价格，也可以是通过招标投标法定程序后施工企业根据自身的实力即企业定额、资源市场单价以及市场供求及竞争状况计算得到的反映市场性质的施工图预算价格。

3. 施工图预算是签订工程承包合同的依据；也是实行工程招标时建设单位确定“招标控制价”、投标单位确定“投标报价”的主要参考依据；还是工程结算的依据。

二、施工图预算的编制方法

施工图预算由单位工程施工图预算、单项工程施工图预算和建设项目施工图预算三级编制综合汇总而成。由于施工图预算是以单位工程为单位编制，按单项工程汇总而成，所以施工图预算编制的关键在于编制好单位工程施工图预算。

施工图预算的编制可以采用工料单价法和综合单价法两种计价方法，工料单价法是传统的定额计价模式下的施工图预算编制方法，而综合单价法是适应市场经济条件的工程量清单计价模式下的施工图预算编制方法。

（一）工料单价法

工料单价法是指分部分项工程的单价为直接工程费单价，以分部分项工程量乘以地区统一单位估价表对应的分部分项工程预算单价（基价），求和后得到包括人工费、材料费和施工机械使用费在内的单位工程直接工程费，再加上根据统一规定的费率乘以相应的计费基数得到的措施费、间接费、利润和税金生成施工图预算造价。

基本步骤：编制前的准备工作；熟悉图纸和预算定额以及单位估价表；了解施工组织设计和施工现场情况；划分项目和计算工程量；套单价；按费用定额取费；计算汇总工程造价。

（二）综合单价法

综合单价法是指分项工程单价综合了直接工程费及以外的多项费用，按照单价综合的内容不同，可分为全费用综合单价和清单综合单价。

1. 全费用综合单价

单价中综合了分项工程人工费、材料费、机械费、管理费、利润、规费、人材机价差、税金以及一定范围的风险等全部费用。以各分项工程量乘以全费用综合单价的合价汇总后，再加上措施项目的完全价格，就生成了单位工程施工图预算造价。公式如下：

$$建筑安装工程预算造价=\sum(分项工程量\times分项工程全费用综合单价)+措施项目完全价格 \quad (1H420101\text{-}1)$$

2. 清单综合单价

单价中综合了分项工程人工费、材料费、机械费、管理费、利润、人材机价差以及一定范围的风险费用，但并未包括措施费、规费和税金，因此它是一种不完全综合单价。以各分部分项工程量乘以该综合单价的合价汇总后，再加上措施项目费、规费、税金后，就是单位工程施工图预算造价。公式如下：

$$\text{建筑安装工程预算造价} = \Sigma(\text{分项工程量} \times \text{分项工程综合单价}) + \text{措施项目不完全价格} + \text{规费} + \text{税金} \quad (1H420101\text{-}2)$$

三、安装工程预算定额

（一）定额的特性

定额是建设系统作为计划管理、宏观调控、确定工程造价、对设计方案进行技术经济评价、贯彻按劳分配原则、实行经济核算的依据；是衡量劳动生产率的尺度，是总结、分析和改进施工方法的重要手段。

（二）安装工程预算定额的编制依据

1. 依据现行有关国家的产品标准、设计规范、施工及验收规范、技术操作规程、质量评定标准和安全规程编制，也参考了行业、地方标准，以及有代表性的工程设计、施工资料和其他资料。

2. 按目前国内大多数施工企业采用的施工方法、机械化装备程度、合理的工期、施工工艺和劳动组织条件制订。

3. 按正常的施工条件进行编制的，即：设备、材料、成品、半成品、构件完整无损，符合质量标准和设计要求，附有合格证书和试验记录；安装工程和土建工程之间的交叉作业正常；安装地点、建筑物、设备基础、预留孔洞等符合安装要求；水、电供应均满足安装施工正常使用；正常的气候、地理条件和施工环境。

（三）安装工程预算定额的作用

安装工程预算定额是完成规定计量单位分项工程计价所需的人工、材料、施工机械台班的消耗量标准，是安装工程预算工程量计算规则、项目划分、计量单位的全国统一依据；是编制安装工程地区单位估价表、施工图预算、招标工程控制价、确定工程造价的依据；也是编制概算定额（指标）、投资估算的基础；是制订企业定额和投标报价的基础。

1H420102 工程量清单的组成与应用

一、工程量清单的组成

工程量清单由分部分项工程量清单、措施项目清单、其他项目清单、规费和税金项目清单组成。

（一）分部分项工程量清单的组成

1. 项目编码

分部分项工程量清单项目编码以五级编码设置，用十二位阿拉伯数字表示。一、二、三、四级编码（一至九位）为全国统一，应按工程量计算规范附录的规定设置；第五级编码（十至十二位）应根据拟建工程的工程量清单项目名称设置，不得有重号。各级编码代表含义如下：

（1）第一级表示专业工程代码（分二位）。例如，建筑工程为 01，装饰装修工程为 02，安装工程为 03，市政工程为 04，园林绿化工程为 05。

（2）第二级表示附录分类顺序码（分二位）。例如，机械设备安装工程为 01，热力设备安装工程为 02，静置设备与工艺金属结构制作安装工程为 03，电气设备安装工程为 04，建筑智能化工程为 05。

（3）第三级表示分部工程顺序码（分二位）。例如，变压器安装为 01，配电装置安装为 02，母线安装为 03，控制设备及低压电器安装为 04，蓄电池安装为 05。

（4）第四级表示分项工程项目名称顺序码（分三位）。例如，油浸电力变压器为 001，干式变压器为 002，整流变压器为 003，自耦变压器为 004，有载调压变压器为 005。

（5）第五级表示清单项目名称顺序码（分三位）。

2. 项目名称

应按《通用安装工程工程量计算规范》GB 50856—2013 结合拟建工程的实际确定。“项目名称”为分项工程项目名称，是形成分部分项工程量清单项目名称的基础，在编制分部分项工程量清单时可以根据该项目的规格、型号、材质等特征要求予以调整或细化。清单项目名称表达应详细、准确。工程量计算规范中的分项工程项目名称如有缺陷，招标人可做补充，并报当地工程造价管理机构（省级）备案。

3. 项目特征

应按照《通用安装工程工程量计算规范》GB 50856—2013 中规定的项目特征，结合技术规范、标准图集、施工图纸，按照工程结构、使用材质及规格或安装位置等，予以详细而准确的表述和说明。凡项目特征中未描述到的其他独有特征，由清单编制人视项目具体情况确定，以准确描述清单项目为准。

4. 计量单位

除各专业另有特殊规定外，计量单位应采用基本单位。例如，以重量计算的项目：吨或千克（t 或 kg）；以体积计算的项目：立方米（m^3）；以面积计算的项目：平方米（m^2）；以长度计算的项目：米（m）；以自然计量单位计算的项目：个、套、块、组、台等。当计量单位有两个或两个以上时，应根据所编工程量清单项目的特征要求，选择最适宜表现该项目特征并方便计量的单位。

5. 工程量

按《通用安装工程工程量计算规范》GB 50856—2013 中各分部工程量清单项目及计算规则计算，清单项目的工程量应按图示数量计算，并包括预留长度和附加长度，但不包括各种损耗。损耗应在单价中考虑。

（二）措施项目清单

措施项目为非实体性项目，是为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中技术、生活、文明、安全等方面的非工程实体项目。措施项目分为组织措施项目和技术措施项目。

（三）其他项目清单

除上述两项清单以外，因招标人的特殊要求而发生的与拟建工程有关的其他费用项目和相应数量的清单。工程建设标准的高低、工程的复杂程度、工程的工期长短、工程的组成内容、发包人对工程管理要求等都直接影响其他项目清单的具体内容。其他项目清单的

具体内容一般有：暂列金额；暂估价（包括材料暂估单价、工程设备暂估单价和专业工程暂估价）；计日工；总承包服务费，也可根据工程实际情况补充。

（四）规费、税金项目清单

1. 规费项目清单包括：社会保险费、住房公积金。

2. 税金项目清单内容：增值税，建安工程增值税为税前造价合计减去进项税额后按规定税率 9% 计取，简易计税法和小规模纳税人征收率为 3%。

二、工程量清单综合单价的构成

分部分项工程费、措施项目费和其他项目费均采用综合单价计价，综合单价由完成规定计量单位工程量清单项目所需的人工费、材料费、机械使用费、管理费、利润等费用组成，并考虑一定的风险费。

工程全费用为：分部分项工程费＋措施项目费＋其他项目费＋规费＋税金。

三、工程量清单计价的工程价款调整原则

（一）因工程变更引起的工程价款调整原则

因工程变更引起已标价工程量清单项目或其工程数量发生变化，应按下列规定调整：

1. 已标价工程量清单中有适用于变更工程项目的，应采用该项目的单价。

2. 已标价工程量清单中没有适用但有类似于变更工程项目的，可在合理范围内参照类似项目的单价。

3. 已标价工程量清单中没有适用也没有类似于变更工程项目的，应由承包人根据变更工程资料、计量规则和计价办法、工程造价管理机构发布的信息价格和承包人报价下浮率提出变更工程项目的单价，并应报发包人确认后调整，承包人报价下浮率可按下列公式计算：

$$承包人报价下浮率L=(1-中标价/招标控制价)\times 100\% \quad (1H420102\text{-}1)$$

4. 已标价工程量清单中没有适用，也没有类似于变更工程项目，且工程造价管理机构发布的信息价格缺价的，应由承包人根据变更工程资料、计量规则、计价办法和通过市场调查取得有合法依据的市场价格提出变更工程项目的单价，并应报发包人确认后调整。

（二）非承包人原因工程量大幅度变化的工程价款调整原则

对任一招标工程量清单项目，当出现因施工条件变化、编制人计算疏忽或工程变更等非承包人原因导致工程量发生变化，且工程量偏差超过 ±15% 时，为避免较高的单价在工程量大幅度增加时对发包人不公平和较低的单价在工程量大幅度减少时对承包人不公平，该项目单价应按合同约定进行调整，合同没有约定的，可按下列原则执行。

1. 招标控制单价的 115% 为上限调整价，招标控制单价按投标总价对招标控制总价的下浮比例下浮后的 85% 为下限调整价。

$$P_{上限}=P_{控制}\times(1+15\%) \quad (1H420102\text{-}2)$$

$$P_{下限}=P_{控制}\times(1-L)\times(1-15\%) \quad (1H420102\text{-}3)$$

式中 $P_{控制}$——招标控制价相应项目综合单价；

$P_{上限}$——相应项目上限调整价；

$P_{下限}$——相应项目下限调整价；

L——承包人总报价下浮率。

2. 当工程量增加 15% 以上，且标价清单单价高于上限调整价时，增加部分的工程量综合单价应按上限调整价执行。

$$S = Q_{招标} \times (1 + 15\%) \times P_{标价} + [Q_{最终} - Q_{招标} \times (1 + 15\%)] \times P_{上限} \quad (1H420102\text{-}4)$$

式中 S——调整后的相应项目分部分项工程费综合合价；

$P_{标价}$——相应项目投标综合单价；

$Q_{招标}$——相应项目招标工程量；

$Q_{最终}$——相应项目最终完成工程量。

3. 当工程量减少 15% 以上，且标价清单单价低于下限调整价时，减少后剩余的工程量综合单价应按下限调整价执行。

$$S = Q_{最终} \times P_{下限} \quad (1H420102\text{-}5)$$

4. 当工程量增加 15% 以上，但标价清单单价低于上限调整价；或当工程量减少 15% 以上，但标价清单单价高于下限调整价，综合单价不予调整。

（三）措施项目费调整原则

工程变更引起施工方案改变并使措施项目发生变化时，承包人应将拟实施的方案提交发包人确认，并详细说明措施项目的变化情况。措施项目费用按下列原则调整：

1. 安全文明施工费应根据实际发生变化的措施项目按建设行政主管部门的规定计取。

2. 单价措施项目费，应根据实际发生变化的措施项目按照本款第（一）条“因工程变更引起的工程价款调整原则”进行调整。

3. 按系数或单一总价方式计价的措施项目费，应随工程量增减相应调增调减。

如果承包人未事先将拟实施的方案提交发包人确认，则视为工程变更不引起措施项目费的调整或承包人放弃调整措施项目费的权利。

1H420103 工程进度款的支付规定

一、预付款相关规定

预付款又称材料备料款或材料预付款。它是发包人为了解决承包人在施工准备阶段资金周转问题而提供的协助。工程是否实行预付款，取决于工程性质、承包工程量的大小以及发包人在招标文件中的规定。

1. 预付款的用途

预付款用于承包人为合同工程购置材料和工程设备，组织施工机械和人员进场，预付款应专用于合同工程。

2. 预付款的支付

在实际工作中，工程预付款的比例，要根据工程类型、材料费占比、合同工期、承包方式和材料供应方式等不同条件而定。对重大项目，应按年度工程计划逐年预付。预付款总金额、分期拨付次数、每次付款金额、付款时间等应根据工程规模、工期长短等具体情况，在合同中约定。

3. 预付款的扣回

发包人拨付给承包人的工程预付款属于预支性质，工程实施后，随着工程所需主要材料储备的逐步减少，预付款应从每一个支付期应支付给承包人的工程进度款中扣回，直到

扣回的金额达到合同约定的预付款总额为止。起扣点和扣款方式必须在合同中约定。

二、安全文明施工费相关规定

1. 安全文明施工费的内容

安全文明施工费的内容和使用范围，应符合国家现行有关文件和计量规范的规定。

2. 安全文明施工费的支付

发包人应在工程开工的28天内预付不低于当年施工进度计划的安全文明施工费总额的60%，其余部分应按照提前安排的原则进行分解，并与进度款同期支付。

3. 安全文明施工费逾期未支付的责任

发包人没有按时支付安全文明施工费的，承包人可以催告发包人支付，发包人在付款期满的7天内仍未支付的，若发生安全事故，发包人应承担相应责任。

4. 安全文明施工费的使用

承包人对安全文明施工费应专款专用，在财务账目中应单独列项备查，不得挪作他用，否则发包人有权要求其限期改正，逾期未改正的，造成的损失和延误的工期应由承包人承担。

三、进度款相关规定

发包人和承包人应按照合同约定的时间、程序和方法，根据工程计量结果，办理期中价款结算，支付进度款。

1. 进度款计算原则

（1）已标价工程量清单中的单价项目，承包人应按工程计量确认的工程量与综合单价计算，综合单价发生调整的，以承发包双方确认调整的综合单价计算进度款。

（2）已标价工程量清单中的总价项目应按合同约定的进度款支付分解方法分解。

（3）发包人提供的甲供材料，应按照发包人签约提供的单价和数量列入当期应扣减的金额中，从进度款支付中扣除；承包人现场签证和经发包人确认的索赔金额应列入当期应增加的金额中，增加到进度款支付中。

2. 进度款支付比例

进度款支付的比例按照合同约定，按期中结算价款总额计算。

3. 进度款支付申请内容

（1）累计已完成的合同价款。

（2）累计已实际支付的合同价款。

（3）本周期合计完成的合同价款：本周期已完成的单价项目金额；本周期应支付的总价项目金额；本周期已完成的计日工价款；本周期应支付的安全文明施工费；本周期应增加的金额。

（4）本周期合计应扣减的金额：本周期应扣回的预付款；本周期应扣减的金额。

（5）本周期实际应支付的合同价款。

4. 进度款审核

（1）发包人应在收到承包人进度款支付申请后的14天内，根据计量结果和合同约定对申请内容予以核实，确认后向承包人出具进度款支付证书。

（2）若发包人逾期未签发进度款支付证书，则视为承包人提交的进度款支付申请已被发包人认可，承包人可向发包人发出催告付款的通知，发包人应在收到通知的14天内，

按照承包人支付申请的金额向承包人支付进度款。

5. 进度款支付

(1)发包人应在签发进度款支付证书后的14天内，向承包人支付进度款。

(2)发包人未按前款规定支付进度款的，承包人可催告发包人支付，并有权获得延迟支付的利息；发包人在付款期满后的7天内仍未支付的，承包人可在付款期满的第8天起暂停施工。发包人应承担由此增加的费用和延误的工期，向承包人支付合理利润，并承担违约责任。

1H420104 竣工结算的应用

一、竣工结算编制依据

1. 协议书(包括补充协议)。
2. 已确认的工程量、结算合同价款及追加或扣减的合同价款。
3. 投标书及其附件(包含已标价工程量清单)。
4. 专用、通用合同条款。
5. 招标工程量清单、相关规范标准、设计文件及有关资料。

二、竣工结算编制原则

1. 分部分项工程和措施项目中的单价项目编制原则

单价项目应依据发承包双方确认的工程量与已标价工程量清单的综合单价计算；发生调整的，应以发承包双方确认调整的综合单价计算。

2. 措施项目中的总价项目编制原则

总价项目应依据已标价工程量清单的项目和金额计算，发生调整的，应以发承包双方确认调整的金额计算。

3. 其他项目编制原则

(1)计日工费用应按发包人实际签证确认的数量和相应项目综合单价计算。

(2)暂估价材料、工程设备和专业工程暂估价中依法必须招标的，以招标确定的中标价格取代暂估价；不属于依法必须招标的，应按合同约定的定价方式双方最终确认的价格取代暂估价。

(3)总承包服务费应依据已标价工程量清单金额计算，发生调整的，应以双方确认调整的金额计算。

(4)索赔费用应依据发承包双方确认的索赔事项和金额计算。

(5)现场签证费用应依据发承包双方签证资料确认的金额计算。

(6)暂列金额应减去合同价款调整金额、索赔和现场签证计算，如有余额归发包人，如有差额由发包人补足。

4. 规费和税金编制原则

规费和税金按国家或省级、行业建设行政主管部门的规定计算。

5. 工程实施过程中已经确认的工程计量结果和合同价款

已经确认的工程计量结果和合同价款在竣工结算办理中应直接进入结算。

三、竣工结算程序

1. 合同工程完工后，承包人应在经发承包双方确认的合同工程期中价款结算的基础

上汇总编制完成竣工结算文件，并应在提交竣工验收申请的同时向发包人提交。

承包人应在合同约定的时间内提交竣工结算文件，经发包人催告后14天内仍未提交或没有明确答复的，发包人有权根据已有资料编制竣工结算文件，作为办理竣工结算和支付结算款的依据，承包人应予以认可。

2. 发包人应在收到承包人提交的竣工结算文件后的28天内核对。

发包人经核实，认为承包人还应进一步补充资料和修改结算文件的，应在上述时限内向承包人提出核实意见，承包人收到核实意见后的28天内应按照发包人提出的合理要求补充资料，修改竣工结算文件，并应再次提交发包人复核后批准。

3. 发包人应在收到承包人再次提交的竣工结算文件后的28天内予以复核，将复核结果通知承包人，并应遵守如下规定：

（1）发包人、承包人对复核结果无异议的，应在7天内在竣工结算文件上签字确认，竣工结算办理完毕。

（2）发包人或承包人对复核结果无异议部分按照前款规定办理不完全竣工结算，有异议部分由发承包双方协商解决，协商不成的，应按照合同约定的争议解决方式处理。

4. 发包人在收到承包人竣工结算文件后的28天内，不核对竣工结算或未提出核对意见的，应视为承包人提交的竣工结算文件已被发包人认可，竣工结算办理完毕。

5. 承包人在收到发包人提出的核实意见后的28天内，不确认也未提出异议的，应视为发包人提出的核实意见已被承包人认可，竣工结算办理完毕。

6. 合同工程竣工结算核对完成，发承包双方签字确认后，发包人不得要求承包人与另一个或多个工程造价咨询人重复核对竣工结算。

7. 发包人对工程质量有异议，拒绝办理工程竣工结算的处理程序：

（1）已竣工验收或已竣工未验收但实际投入使用的工程，其质量争议应按该工程保修合同执行，竣工结算应按合同约定办理；

（2）已竣工未验收且未实际投入使用的工程以及停工、停建工程的质量争议，双方应就有争议的部分委托有资质的检测鉴定机构进行检测，并应根据检测结果确定解决方案，或按工程质量监督机构的处理决定执行后办理竣工结算，无争议部分的竣工结算应按合同办理。

8. 发包人不得将未完成审计作为延期工程竣工结算的理由。

四、结算价款支付

1. 承包人应根据办结的竣工结算文件向发包人提交竣工结算价款支付申请，申请应载明下列内容：

（1）竣工结算合同价款总额；

（2）累计已实际支付的合同价款；

（3）应预留的质量保证金；

（4）实际应支付的竣工结算价款金额。

2. 发包人应在收到承包人提交的竣工结算价款支付申请后7天内予以核实，向承包人签发竣工结算支付证书。

3. 发包人在签发竣工结算支付证书后的14天内，应按照竣工结算支付证书列明的金额向承包人支付结算价款。

发包人在收到承包人提交的竣工结算价款支付申请后 7 天内不予核实，不向承包人签发竣工结算支付证书的，视为承包人的竣工结算支付申请已被发包人认可；发包人应在收到承包人提交的竣工结算支付申请 7 天后的 14 天内，按承包人提交的竣工结算支付申请列明的金额向承包人支付结算价款。

4. 发包人未按前述两款规定支付竣工结算价款的，承包人可催告发包人支付，并有权获得延期支付的利息。发包人在竣工结算支付证书签发后或收到承包人提交的竣工结算支付申请 7 天后的 56 天内仍未支付的，除法律另有规定外，承包人可与发包人协商将该工程折价，也可直接向人民法院申请将该工程依法拍卖。承包人应就该工程折价或拍卖的价款优先受偿。

【案例1H420100-1】

一、背景

某工业架空蒸汽热力管道工程，由管道工程和型钢管廊工程两项组成，招标文件约定：管廊基础工程由业主另行发包，投标时作为专业工程按 50 万元暂估价计入总报价，由该安装工程中标单位实施总承包管理，总包服务费按专业工程总价的 2% 计取。安全文明施工费，作为不可竞争费用，根据当地工程造价管理机构发布的规定，按分部分项工程量清单人工费和措施项目清单人工费的 9% 计取；建安工程增值税税率为 9%。

某安装公司根据该项目招标文件和施工方案及自身实力，决定按以下取费进行投标报价：施工管理费、利润分别按人工费的 60%、40% 计取。安装工程脚手架搭拆的工料机费用，按各分部分项工程人工费合计的 8% 计取，其中人工费占 25%（不计管理费和利润）；其他措施项目清单费用按 150 万元计，规费按 82 万元计，其中进项税 450 万元。分部分项工程直接费构成见表 1H420104。

分部分项工程直接费构成表 表 1H420104

清单序号	项目名称	单位	工程量	人工费单价（元）	材料费单价（元）	机械费单价（元）
1	工业管道安装	m	50000	72	278	10
2	管廊钢结构制作安装	t	2500	1900	7000	6000

二、问题

1. 按照《建设工程工程量清单计价规范》GB 50500—2013 规定，计算该单位工程的分部分项工程清单计价。

2. 计算措施项目清单计价。

3. 计算其他项目清单计价。

4. 计算该单位工程的工程总报价。

5. 室外架空热力管道安装时有何要求？

三、分析与参考答案

各项费用的计算如下：

1. 分部分项工程量清单综合单价由人工费单价、材料费单价、机械费单价以及以人工费单价为基数，按投标时自行确定的费率计取的管理费、利润组成。

分部分项工程清单计价合计＝［(72＋278＋10)＋72×(40%＋60%)］×50000
＋［(1900＋7000＋6000)＋1900×(60%＋40%)］
×2500＝6360万元

2. 作为安装工程，涉及的脚手架搭拆费和安全文明施工措施费都是以人工费为基础计取的，其他措施项目费是固定费用。因此，措施项目清单计价按如下计算：

(1) 脚手架搭拆费＝(72×50000＋1900×2500)×8%＝66.8万元

(2) 安全文明施工措施费＝[(72×50000＋1900×2500)＋668000×25%]×9%＝76.65万元

(3) 其他措施项目费＝150万元

措施项目清单计价合计＝66.8＋76.65＋150＝293.45万元

3. 其他项目清单包括材料暂估价、专业工程暂估价、总承包服务费和计日工等，其中材料暂估价以单价表的形式列表，其费用已计入分部分项清单费中的材料费。本案例中只涉及专业工程暂估价和总承包服务费。因此：

其他项目清单计价合计＝50＋50×2%＝51万元

4. 本案例约定了规费为82万元，进项税为450万元。

税前造价由分部分项工程量清单费、措施项目费、其他项目费和规费的合计减去进项税金构成。即：

税前造价＝6360＋293.45＋51＋82－450＝6336.45万元

增值税＝税前造价×销项税率＝6336.45×9%＝570.28万元

工程总报价＝税前造价＋增值税＝6336.45＋570.28＝6906.73万元

5. 室外架空蒸汽热力管道安装时，为了便于排水和放气，均应设置坡度，管道的坡度为0.003，坡度应与介质流向相同。每段管道最低点要设排水装置，最高点应设放气装置。疏水器应安装在以下位置：管道的最低点可能集结冷凝水的地方，流量孔板的前侧及其他容易积水处。补偿器竖直安装时，应在补偿器的最低点安装疏水器或放水阀。

【案例1H420100-2】

一、背景

某安装公司承包了某医院住院大楼的机电安装工程，包括给水排水、电气、通风空调、智能化等工程。采用工程量清单计价，固定单价合同，签约合同价5000万元，其中含暂列金额500万元。合同于6月16日签订，合同约定：工程的设备、材料由业主指定品牌，安装公司组织采购，预付款20%，业主在收到预付款支付申请后按规定时间支付，计划开工日期7月1日。

安装公司在合同签订当天向业主提交了预付款支付申请，业主一直未提出异议。项目部如约开工，但直到7月7日业主仍未支付预付款，其间安装公司曾多次催告业主。由于资金未及时到位，造成材料不能及时到场，影响了工程施工。7月8日项目部被迫停工，业主于7月10日向安装公司支付预付款。安装公司于7月11日重新组织施工。停工期间，安装公司50人窝工，一批机械设备停置，人工工资150元/工日，设备租赁费用2000元/天。

施工期间，安装公司就进场后的停工向业主提出了费用和工期索赔。消防排烟风管采用镀锌钢板法兰连接（图 1H420104），监理工程师检查时提出质量整改意见。由于前期施工耽误了工期，在门诊楼竣工后还没来得及验收。应业主要求安装公司将门诊楼提前移交投入使用。安装公司向业主提交了竣工结算文件，业主以大楼没有验收且局部存在质量问题为由，拒绝办理竣工结算。

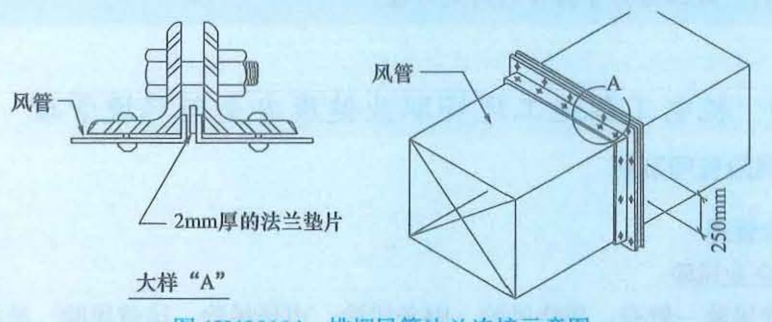


图 1H420104 排烟风管法兰连接示意图

二、问题

1. 安装公司没有收到工程预付款是否可以停工？请说明理由。

2. 订立合同后业主应支付的工程预付款应该是多少？

3. 若只考虑直接损失，不考虑利润，安装公司应提出的费用和工期索赔分别是多少？

4. 图 1H420104 中的消防排烟风管安装技术参数存在哪些质量问题？请说明理由。

5. 业主拒绝办理竣工结算是否合理？说明理由。

三、分析与参考答案

1. 安装公司停工是合理的。

理由：按照《建设工程施工合同（示范文本）》GF—2017—0201，预付款的支付按专用合同条款约定执行，但至迟应在开工日期 7 天前支付。发包人逾期支付预付款超过 7 天的，承包人有权向发包人发出要求预付的催告通知，发包人收到通知后 7 天内仍未支付的，承包人有权暂停施工。

安装公司在合同签订当天（6 月 16 日）向业主提交了预付款支付申请，业主一直未提出异议，但虽经安装公司多次催告，业主直到 7 月 7 日都没有支付，已达 21 天。从 7 月 8 日起安装公司可以暂停施工。业主应承担由此增加的费用和延误的工期，并向安装公司支付合理利润。

2. 本案例合同约定预付款比例为 20%。作为包工包料的工程，预付款额度应该是扣除暂列金额后合同价的 20%。

即：（5000－500）×20% = 900 万元。

3. 安装公司停工时间为 7 月 8—10 日，工期索赔共 3 天；

只考虑直接损失，不考虑利润，费用索赔 =（150×50 + 2000）×3 = 2.85 万元。

4. 图 1H420104 中排烟风管安装技术参数存在的质量问题有：（1）排烟风管法兰垫片厚度为 2mm；（2）法兰连接的螺栓间距为 250mm。均不符合规范要求。

理由：按《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243—2016 的规定，排烟风管法兰连接的垫片厚度不应小于 3mm；且排烟风管属于中压系统，中压系统矩形风管法兰螺栓的间距应小于等于 150mm。

5. 业主拒绝办理竣工结算不合理，按照《建设工程工程量清单计价规范》GB 50500—2013 关于竣工结算的规定，竣工未验收但实际投入使用的工程，其质量争议应按工程保修合同执行，竣工结算应按合同约定办理。

1H420110　机电工程施工现场职业健康安全与环境管理

1H420111　风险管理策划

一、风险管理

1. 施工企业风险

施工企业风险一般有：战略风险、财务风险、市场风险、运营风险、法律风险等。

风险可分为纯粹风险（只有带来损失的一种可能性）和机会风险（带来损失和盈利的可能性并存）。例如，运营风险包括了施工现场安全（质量）事故会导致经营指标失控、经济和社会效益受损等方面。

2. 项目风险管理

根据项目规模和复杂性，风险管理工作可以由项目经理或其代表实施。施工企业必须依法加强对项目安全风险管理，执行安全施工责任制度，采取有效措施，防止伤亡和其他施工安全事故的发生。

二、风险评估

对项目施工过程中不可接受的职业健康、安全与环境风险进行评估，采取预防措施，避免因风险造成的损失。风险评估包括风险识别、风险分析和风险评价三个步骤，并编制风险评价报告。

（一）风险评估的范围及对象

1. 风险评估的范围

风险评估的范围是施工现场的生产活动和服务场所。主要包括：施工作业，设备（设施）维护保养、检验、检测，各类材料和设备的采购，产品运输、储存、使用，承包商、供应商的活动，生活及办公活动等。

2. 风险评估的对象

（1）项目地址、地形、周围环境、气象条件、建（构）筑物等；包括功能分区、危险设施布置、消防设施布置、安全距离等。

（2）施工工艺流程。

（3）施工设备、设施、机具；直接作业环节（用电、脚手架搭设、拆除、射线作业、吊装等）。

（4）粉尘、毒物、噪声、振动、辐射、高低温等作业环境。

（5）采购、运输、仓储过程；设备制造、运输过程；设计缺陷。

（6）供应商、承包商、分包商活动产生的危害因素。

（二）风险识别

1. 风险识别的时态、状态和类型

（1）时态

分为过去、现在和将来时态。在对现有的风险因素进行充分识别的同时，也要看到过去遗留的危险因素可能已经通过制定措施降低了风险，但还是存在的，可能仍在影响到现在的施工。此外，还须注意到计划中的活动在将来可能产生的危险因素。

（2）状态

1）正常状态。正常施工条件下，连续长时间的工作状态。

2）异常状态。设备开机、停机、检修、停电等情况下，危险因素与正常状态有较大不同的状态，是风险管理的薄弱环节。

3）紧急状态。可合理预见的、出现后可能造成重大危害的状态，如火灾、爆炸、中毒、坍塌、雷击、环境设备的故障等。

（3）风险类型

1）安全风险识别类型：机械能；电能；热能；化学能；放射性；生物因素；人的因素（生理、心理）。

2）环境风险识别类型根据有毒有害物质放散起因，分为火灾、爆炸和泄漏三种。

2. 风险识别步骤

（1）通过对各项活动和工序的分析，识别出每一作业步骤中存在的重要危害。识别工作由施工指挥者组织安全、施工、技术等部门人员和有经验的工人参加，参与人员应经过专门培训，以保证组织成员对施工活动过程及存在的风险有全面的认识。

（2）根据现场施工作业内容、流程、专业（如土建、电气安装、管线设备安装、焊接、防腐保温等）或区域划分单元，明确风险管理的对象，按工序分解出详细的作业步骤。

3. 应重点进行风险识别的作业

根据施工现场作业特点，应进行重点风险识别的作业有：不熟悉的作业，如采用新材料、新工艺、新设备、新技术的“四新”作业。临时作业，如维修作业、脚手架搭设作业。造成事故最多的作业，如动火作业。存在严重伤害危险的作业，如起重吊装作业。已有控制措施不足以把风险降到可接受范围的作业。

4. 危险源识别

对施工现场进行观察并收集资料，通过直观经验、对照、类比等分析所确定的评价对象，识别尽可能多的显性和潜在的危险源。

（1）设施的不安全状态。可能导致事故发生和危害扩大的设计缺陷、设备缺陷、保护措施和安全装置的缺陷。

（2）人的不安全行为。不采取安全措施、误操作、不按操作规程操作等不安全行为。

（3）可能造成职业病、中毒的施工环境和条件。物理的（噪声、振动、湿度、辐射、高温、低温等）、化学的（生产性粉尘、易燃易爆、有毒、危险气体、毒物等）以及生物的因素。

（4）管理缺陷。安全监督和检查、事故防范、应急管理、作业人员、防护用品等。

（三）风险分析

1. 风险分析方法：工作危害分析法；作业条件危险性分析法；安全检查表法。

2. 风险评价应采用定性描述与定量分析相结合的方法，对工程施工面临的风险做出全面的评估。

3. 风险分析是根据风险类型、获得的信息和风险评估的结果，对识别出的风险进行定性和定量的分析，为风险评价和风险应对提供支持。

（四）风险评价

1. 风险评价步骤

（1）决定所识别的风险发生后的后果及影响的严重性，重点考虑：法律法规要求、伤亡程度、经济损失程度的大小、持续时间以及对社会正常生活秩序和企业形象的影响。

（2）评价发生危害事故事件的可能性，重点考虑：危害发生的条件（如正常、异常或紧急状态发生）、现场是否有控制措施（包括个人防护品、应急措施、监测系统、作业指导书）、事件或事故一旦发生是否能发现或察觉、同类事故以前是否发生过、人体暴露在这种危险环境中的频繁程度。

2. 风险评价结果

风险评价结果一般可定性分为五级：Ⅰ级为可忽略风险；Ⅱ级为可容许风险；Ⅲ级为中度风险；Ⅳ级为重大风险；Ⅴ级为不容许风险。

三、风险控制

（一）风险控制步骤

风险控制步骤：制定风险削减措施；通过现场检查、检测、监督等活动，衡量措施的实施性与有效性；通过协商、交流、验证等手段纠正偏差。

（二）风险控制的不同阶段

1. 事前控制

编制施工技术方案，依据风险评价结果，制定风险削减措施等。

2. 事中（施工过程）控制

施工、安全、技术等管理人员深入现场，指导、监督施工作业的活动。

3. 事后控制

风险控制分析总结、分析事故原因等。

（三）风险控制的技术措施与管理措施

1. 风险控制的技术措施

（1）将风险控制与削减措施向所有参与施工作业的人员进行交底。

（2）对每天的施工活动进行危险分析，对工作中可能产生的危险采取预防措施。

（3）施工作业应在确认风险和危害的控制与削减措施全部到位后方可进行。

（4）检查风险和危害的控制与削减措施的落实情况，及时纠正不符合项。

（5）遇有异常或紧急情况，应及时启动应急预案，以便将事故损失减少到尽可能小的程度。

2. 风险控制的管理措施

（1）制定、完善管理程序和操作规程；加强员工的职业健康、安全和环境教育培训。

（2）发现内部和外部环境信息的变化，包括风险本身的变化、可能导致的风险应对措施及其实施优先次序的改变。

（3）建立检查监督和奖惩机制；监督并记录风险应对措施后的剩余风险，以便在适当

时做进一步处理。

（4）对照风险应对计划，检查工作进度与计划的偏差，保证风险应对措施的设计和执行有效。

（5）实施风险管理绩效评估。

1H420112 应急预案的分类与实施

一、应急预案的分类

（一）施工现场突发事件分类

1. 施工生产事件

坍塌事件、触电事件、起重吊装事件、物体打击事件、高处坠落事件、火灾爆炸事件、职业中毒窒息事件、放射性事件、环境事件等。

2. 自然灾害事件

破坏性地震、气象灾害等。

3. 公共卫生事件

突发重大食物中毒、重大公共卫生事件等。

4. 社会安全事件

群体性事件、公共聚集事件、恐怖袭击事件、境外事件、计算机信息系统损害事件等。

（二）应急预案分类

1. 生产经营单位应急预案分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。

（1）“生产经营单位”应当制定本单位生产安全事故应急救援预案。

（2）“建筑施工单位”应当将其制定的生产安全事故应急救援预案按照国家有关规定报送县级以上人民政府负有安全生产监督管理职责的部门备案，并依法向社会公布。

（3）生产经营单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案，并对应急预案的真实性和实用性负责，各分管负责人应当按照职责分工落实应急预案规定的职责。

2. 应急预案主要内容：

（1）综合应急预案应当规定应急组织机构及其职责、应急预案体系、事故风险描述、预警及信息报告、应急响应、保障措施、应急预案管理等内容。

（2）专项应急预案应当规定应急指挥机构与职责、处置程序和措施等内容。

（3）现场处置方案应当规定应急工作职责、应急处置措施和注意事项等内容。

3. 预案及处置方案之间相互衔接。

编制的综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案之间应当相互衔接，并与所涉及的其他单位的或地方政府的应急预案相互衔接。

（三）应急预案的评审和修订

1. 企业或项目部应当组织有关安全、技术、施工管理等专业人员对本项目编制的应急预案进行审定。

2. 涉及本企业、本项目以外的单位或需要地方有关部门配合的，应当征得有关单位和部门同意。

3. 易燃易爆物品、危险化学品、放射性物品等危险物品的储存、使用单位和中型规模以上的企业，应当组织专家对本单位编制的应急预案进行评审。

4. 企业的应急预案经评审或者论证后，由企业主要负责人签署发布；评审应当形成书面纪要并附有专家名单。

5. 应急预案应当至少每3年修订1次，预案修订情况应有记录并归档。

二、应急预案实施

1. 应急预案培训

（1）生产经营单位应当组织开展本单位的应急预案、应急知识、自救互救和避险逃生技能的培训活动，使有关人员了解应急预案内容，熟悉应急职责、应急处置程序和措施。

（2）应急培训的时间、地点、内容、师资、参加人员和考核结果等情况应当如实记入本单位的安全生产教育和培训档案。

2. 应急预案演练

（1）应急预案演练计划

1）生产经营单位应当制订本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。例如，高层办公楼存在的危险源“火灾”触发时，组织人员疏散撤离专项应急预案演练；现场作业人员高空坠落处置演练等。

2）施工单位、人员密集场所经营单位应当至少每半年组织一次生产安全事故应急预案演练，并将演练情况报送所在地县级以上地方人民政府负有安全生产监督管理职责的部门。

（2）演练效果评估

1）应急预案编制单位应当建立应急预案定期评估制度，对预案内容的针对性和实用性进行分析，并对应急预案是否需要修订作出结论。

2）应急预案演练结束后，应急预案演练组织单位应当对应急预案演练效果进行评估，撰写应急预案演练评估报告，分析存在的问题，并对应急预案提出修订意见。

3）建筑施工企业应当每3年进行1次应急预案评估。

4）应急预案评估可以邀请相关专业机构或者有关专家、有实际应急救援工作经验的人员参加，必要时可以委托安全生产技术服务机构实施。

3. 应急救援实施

（1）应急救援组织

1）建筑施工单位、人员密集场所经营单位，应当建立应急救援队伍。

2）小型企业或者微型企业等规模较小的生产经营单位，可以不建立应急救援队伍，但应当指定兼职的应急救援人员，并且可以与邻近的应急救援队伍签订应急救援协议。

3）建设、勘察、设计、监理等单位应当配合施工单位开展危大工程应急抢险工作。

（2）生产经营单位自救

发生生产安全事故后，生产经营单位应当立即启动生产安全事故应急救援预案，采取下列一项或者多项应急救援措施：

1）迅速控制危险源，组织抢救遇险人员；

2）根据事故危害程度，组织现场人员撤离或者采取可能的应急措施后撤离；

3）及时通知可能受到事故影响的单位和人员；

4）采取必要措施，防止事故危害扩大和次生、衍生灾害发生；

5）根据需要请求邻近的应急救援队伍参加救援，并向参加救援的应急救援队伍提供相关技术资料、信息和处置方法；

6）维护事故现场秩序，保护事故现场和相关证据；

7）法律、法规规定的其他应急救援措施。

4. 应急救援评估

（1）危大工程抢险

应急抢险结束后，建设单位应当组织勘察、设计、施工、监理等单位制定工程恢复方案，并对应急抢险工作进行后评估。

（2）生产安全事故处置

应急处置和应急救援结束后，事故发生单位应当对应急预案实施情况进行总结评估。

1H420113 职业健康和安全实施要求

一、施工现场职业健康

（一）职业健康管理

1. 职业病防治要求

（1）用人单位应当建立、健全职业病防治责任制，加强对职业病防治的管理，提高职业病防治水平，对本单位产生的职业病危害承担责任。

（2）产生职业病危害的用人单位，应当在醒目位置设置公告栏，公布有关职业病防治的规章制度、操作规程、职业病危害事故应急救援措施和工作场所职业病危害因素检测结果。

（3）职业病危害，是指对从事职业活动的劳动者可能导致职业病的各种危害。职业病危害因素包括：职业活动中存在的各种有害的化学、物理、生物因素以及在作业过程中产生的其他职业有害因素。

（4）职业禁忌是指劳动者从事特定职业或者接触特定职业病危害因素时，比一般职业人群更易于遭受职业病危害和罹患职业病或者可能导致原有自身疾病病情加重，或者在从事作业过程中诱发可能导致对他人生命健康构成危险的疾病的个人特殊生理或者病理状态。如架子工凡有以下症状，不得从事登高架设工作：高血压、恐高症、心脏病、癫痫病、高度近视等。

2. 机电工程安装职业健康防护措施

建筑行业机电工程安装职业病危害因素及防护措施见表 1H420113。

建筑行业机电工程安装职业病危害因素及防护措施　　表 1H420113

工种	主要职业病危害因素	可能引起的法定职业病	主要防护措施
机械设备安装工	噪声、高温、高处作业	噪声聋、中暑	护耳器、热辐射防护服
电气设备安装工	噪声、高温、高处作业、工频磁场、工频电场	噪声聋、中暑	护耳器、热辐射（工频电磁场）防护服
管工	噪声、高温、粉尘、高处作业	噪声聋、中暑、尘肺	护耳器、热辐射防护服、防尘口罩
电焊工	电焊烟尘、锰及其化合物、一氧化碳、氮氧化物、臭氧、紫外线、红外线、高温、高处作业	电焊工尘肺、金属烟热、化学物中毒、电光性眼（皮）炎、中暑	防尘防毒口罩、护目镜、防护面罩、热辐射防护服

（二）职业病分类和引起职业病的危害因素

1. 职业病分类

（1）职业病包括职业性尘肺病及其他呼吸系统疾病、职业性皮肤病、职业性眼病、职业性耳鼻喉口腔疾病、职业性化学中毒、物理因素所致职业病、职业性放射性疾病、职业性传染病、职业性肿瘤和其他职业病等。

（2）机电工程安装作业人员可能发生的职业病：

1）尘肺病及其他呼吸系统疾病：电焊工尘肺、金属及其化合物粉尘肺沉着病、刺激性化学物所致慢性阻塞性肺疾病；

2）职业性皮肤病：接触性皮炎、光接触性皮炎、电光性皮炎、化学性皮肤灼伤；

3）职业性眼病：电光性眼炎；

4）职业性耳鼻喉口腔疾病：噪声聋；

5）职业性化学中毒：汽油中毒、苯中毒、甲苯中毒；

6）物理因素所致职业病：中暑、冻伤；

7）职业性放射性疾病：外照射慢性放射病。

2. 引起职业病的危害因素及来源

（1）粉尘：电焊烟尘、矿渣棉粉尘、砂轮磨尘、岩棉粉尘、珍珠岩粉尘。

（2）化学因素：氨、苯、甲苯、汽油、乙炔、氢氧化钠、碳酸钠（纯碱）、酚醛树脂、环氧树脂、脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂、丙酮。

（3）物理因素：噪声、高温、低温、紫外线、红外线。

（4）放射性因素：密封放射源产生的电离辐射（γ射线）、X射线装置产生的X射线。

二、施工现场安全生产

（一）安全生产管理

1. 安全生产

（1）生产经营单位与从业人员订立的劳动合同，应当载明有关保障从业人员劳动安全、防止职业危害的事项，以及依法为从业人员办理工伤保险的事项。

（2）从业人员有权对本单位安全生产工作中存在的问题提出批评、检举、控告；有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。

2. 安全生产管理机构设置及专职安全生产管理人员

（1）安全生产管理机构是指建筑施工企业设置的负责安全生产管理工作的独立职能部门。

（2）专职安全生产管理人员是指经建设主管部门或者其他有关部门安全生产考核合格取得安全生产考核合格证书，并在建筑施工企业及其项目从事安全生产管理工作的专职人员。

（3）建筑施工企业应当实行建设工程项目专职安全生产管理人员委派制度。

（4）建筑施工企业应当在建设工程项目组建安全生产领导小组。建设工程实行施工总承包的，安全生产领导小组由总承包企业、专业承包企业和劳务分包企业项目经理、技术负责人和专职安全生产管理人员组成。

（5）项目专职安全生产管理人员具有以下主要职责：

1）负责施工现场安全生产日常检查并做好检查记录；

2）现场监督危险性较大工程专项施工方案实施情况；

3）对作业人员违规违章有权予以纠正或查处；

4）对施工现场存在的安全隐患有权责令立即整改；

5）对于发现的重大安全隐患，有权向企业安全生产管理机构报告；

6）依法报告生产安全事故情况。

3. 施工企业安全生产管理

（1）施工企业应建立和健全与企业安全生产组织相对应的安全生产责任体系，并应明确各管理层、职能部门、岗位的安全生产责任。

（2）施工企业的从业人员上岗应符合下列要求：

1）企业主要负责人、项目负责人和专职安全生产管理人员必须经安全生产知识和管理能力考核合格，依法取得安全生产考核合格证书；

2）企业的各类管理人员必须具备与岗位相适应的安全生产知识和管理能力，依法取得必要的岗位资格证书；

3）特殊工种作业人员必须经安全技术理论和操作技能考核合格，依法取得建筑施工特种作业人员操作资格证书。

（二）项目部安全生产管理的职责及制度

1. 安全生产组织

（1）应成立由项目经理担任组长的安全生产领导小组，根据生产实际情况设立负责安全生产监督管理的部门，并足额配备专职安全生产管理人员。

（2）总承包工程专职安全生产管理人员按工程合同价和专业配备：

1）5000 万元以下的工程不少于 1 人；

2）5000 万～1 亿元的工程不少于 2 人；

3）1 亿元及以上的工程不少于 3 人。

（3）分包单位专职安全生产管理人员应满足以下要求：

1）专业承包单位应当配置至少 1 人，并根据所承担的分部分项工程的工程量和施工危险程度增加；

2）项目施工人员 50 人以下的，应当配备 1 名专职安全生产管理人员；

3）项目施工人员 50～200 人的，应当配备 2 名专职安全生产管理人员；

4）项目施工人员 200 人及以上的，应当配备 3 名及以上专职安全生产管理人员，并根据所承担的分部分项工程施工危险实际情况增加，不得少于工程施工人员总人数的 5‰。

（4）施工作业班组应设置兼职安全巡查员，对本班组的作业场所进行安全监督检查。建筑施工企业应当定期对兼职安全巡查员进行安全教育培训。

2. 安全生产管理协议

业主与总承包单位、总承包单位与分包单位应分别签订安全生产管理协议。

3. 安全生产责任制

（1）项目部应根据安全生产责任制的要求，把安全责任目标层层分解到岗，落实到人。安全生产责任制必须经项目经理批准后实施。项目经理是项目安全生产第一责任人，对项目的安全生产工作负全面责任。明确项目生产经理、安全经理、项目总工程师、责任

工程师（工长）、安全员、操作工人等的安全职责。

（2）项目经理安全生产职责：

1）全面负责项目的安全生产工作，是项目安全生产的第一责任人；

2）严格执行安全生产法规、规章制度，与项目管理人员和项目分包单位签订安全生产责任书；

3）负责建立项目安全生产管理机构并配备安全管理人员，建立和完善安全管理制度；

4）组织制订项目安全生产目标和施工安全管理计划，并贯彻落实；

5）组织并参加项目定期的安全生产检查，落实隐患整改，编制应急预案并演练；

6）及时、如实报告生产安全事故，配合事故调查。

（3）施工现场专职安全生产管理人员职责：

1）负责施工现场安全生产巡视督查，并做好记录；

2）发现现场存在安全隐患时，应及时向项目安全部门和项目经理报告；

3）对违章指挥、违章操作的，应立即制止。

4. 安全生产管理制度

（1）安全生产责任制度；

（2）安全生产教育培训制度；

（3）安全措施计划制度；

（4）安全检查制度；

（5）安全事故报告和处理制度；

（6）安全考核和奖惩制度等。

（三）危险源

1. 危险源由三个要素构成：潜在危险性、存在条件和触发因素。

2. 危险源是指一个系统中具有潜在能量和物质释放危险的、可造成人员伤害、在一定的触发因素作用下可转化为事故的部位、区域、场所、空间、岗位、设备及其位置。具有潜在危险的源点或部位，是爆发事故的源头。引发生产安全事故的主要原因是危险源，但不是所有危险源都会造成生产安全事故。

3. 危险源潜在的危险性是指一旦触发事故，可能带来的危害程度或损失大小；危险源的存在条件是指危险源所处的物理、化学状态和约束条件状态；触发因素虽然不属于危险源的固有属性，但它是危险源转化为事故的外因，而且每一类型的危险源都有相应的敏感触发因素。如易燃、易爆物质，热能是其敏感的触发因素；又如压力容器，压力升高是其敏感触发因素。因此，一定的危险源总是与相应的触发因素相关联。在触发因素的作用下，危险源转化为危险状态，继而转化为事故。

4. 在施工过程中存在的、可能导致作业人员群死群伤、重大财产损失或造成重大不良社会影响的分部分项工程，称为“危大工程”。例如：施工现场临时用电；深基坑（≥ 3m）支护与降水工程；深基坑开挖工程；高支模工程；起重吊装工程；脚手架工程；拆除、爆破工程等。危大工程专项方案由项目部编制，实行专业分包的，分包单位编制完成后，报总承包项目部初审后，交施工单位技术负责人审批，其后报监理单位审核，然后由施工单位项目部组织专家论证，修改完善方案后，经建设单位项目负责人、总监理工程师、施工单位负责人签字后方可执行。

（四）安全检查

1. 安全检查内容

（1）安全目标的实现程度，安全生产职责的履行情况；

（2）各项安全生产管理制度的执行情况；

（3）施工现场安全防护和隐患排查情况；

（4）生产安全事故、未遂事故的调查、处理情况；

（5）安全生产法律法规、标准规范和其他要求的执行情况。

2. 安全检查要求

（1）安全检查类型应包括日常巡查、专项检查、季节性检查、定期检查、不定期抽查、飞行检查等；

（2）安全检查工作应制度化、标准化、经常化；

（3）安全检查应依据充分、内容具体，并编制安全检查表；

（4）安全检查的重点是：违章指挥和违章作业、直接作业环节的安全保证措施等；

（5）对检查中发现的问题和隐患，应定责任、定人、定时、定措施整改，并跟踪复查，实现闭环管理。

三、安全事故

（一）生产安全事故

1. 事故等级

《生产安全事故报告和调查处理条例》根据事故造成的人员伤亡或者直接经济损失，安全事故一般分为特别重大事故、重大事故、较大事故、一般事故四个等级。

2. 事故报告

（1）事故发生后，事故现场有关人员应当向本单位负责人（主要负责人和相关负责人）报告。单位负责人接到报告后，应当第一时间启动应急响应，组织有关力量进行救援，并将事故信息及应急响应启动情况于 1 小时内向事故发生地县级以上人民政府应急管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

（2）情况紧急时，事故现场有关人员可以直接向事故发生地县级以上人民政府应急管理部门和负有安全生产监督管理职责的有关部门报告。

（3）危大工程发生险情或者事故时，施工单位应当立即采取应急处置措施，并报告工程所在地住房和城乡建设主管部门。

（二）事故隐患

1. 隐患

隐患是指没有被发现的或未采取控制措施的危险源。

2. 安全生产事故隐患

（1）安全生产事故隐患是指生产经营单位违反安全生产法律、法规、规章、标准、规程和安全生产管理制度的规定，或者因其他因素在生产经营活动中存在可能导致事故发生的物的危险状态、人的不安全行为和管理上的缺陷。

（2）事故隐患分为一般事故隐患和重大事故隐患。一般事故隐患，是指危害和整改难度较小，发现后能够立即整改排除的隐患。重大事故隐患，是指危害和整改难度较大，应当全部或者局部停产停业，并经过一定时间整改治理方能排除的隐患，或者因外部因素影

响致使生产经营单位自身难以排除的隐患。

3. 事故隐患排查

（1）生产经营单位应当建立健全事故隐患排查治理和建档监控等制度，逐级建立并落实从主要负责人到每个从业人员的隐患排查治理和监控责任制。

（2）任何单位和个人发现事故隐患，均有权向应急管理监督部门和有关部门报告。

（3）生产经营单位应当保证事故隐患排查治理所需的资金，建立资金使用专项制度。

（4）生产经营单位应当定期组织安全生产管理人员、工程技术人员和其他相关人员排查本单位的事故隐患。对排查出的事故隐患，应当按照事故隐患的等级进行登记，建立事故隐患信息档案，并按照职责分工实施监控治理。

（三）安全事故直接经济损失

1. 人员的伤亡

人身伤亡后所支出的费用：医疗费用（包含护理费）、丧葬及抚恤费用、补助及救济费用、歇工工资。

2. 善后处理费用

包括处理事故的事务性费用、现场抢救费用、清理现场费用、事故罚款和赔偿费用。

3. 财产损失价值

（1）固定资产损失价值包括报废的固定资产（以固定资产净值减去残值计算）和损坏的固定资产（以修复费用计算）。

（2）流动资产损失价值包括原材、燃料、辅助材料等均按账面值减去残值计算；成品、半成品、在制品均以企业实际成本减去残值计算。

1H420114 绿色施工实施要求

一、绿色施工管理

1. 绿色施工管理包括组织管理、规划管理、实施管理、评价管理、施工人员职业安全健康管理五个方面。

2. 建立绿色施工管理体系和管理制度，实施目标管理。

3. 进行总体方案优化，在规划、设计阶段充分考虑绿色施工的总体要求，为绿色施工提供基础条件。

4. 对施工策划、材料采购、现场施工、工程验收等各阶段进行控制，加强对整个施工过程的管理和监督。

二、绿色施工要点

工程建设中，在保证质量、安全等基本要求的前提下，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源与减少环境负面影响的绿色施工活动，实现“四节一环保”（节能、节材、节水、节地和环境保护）。

（一）环境保护技术要点

1. 扬尘控制

（1）运送土方、垃圾、设备及建筑材料等时，不应污损道路。运输容易散落、飞扬、流漏的物料的车辆，应采取措施封闭严密。施工现场出口应设置洗车设施，保持开出现场车辆的清洁。

（2）现场道路、加工区、材料堆放区宜及时进行地面硬化。

（3）土方作业阶段，采取洒水、覆盖等措施，达到作业区目测扬尘高度小于 1.5m，不扩散到场区外。

（4）对易产生扬尘的堆放材料应采取覆盖措施；对粉末状材料应封闭存放。

（5）建（构）筑物机械拆除前，做好扬尘控制计划。

（6）拆除爆破作业前应做好扬尘控制计划。

（7）不得在施工现场燃烧废弃物。

（8）管道和钢结构预制应在封闭的厂房内进行喷砂除锈作业。

2. 噪声与振动控制

（1）在施工场界对噪声进行实时监测与控制，现场噪声排放不得超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523—2011 的规定。

（2）尽量使用低噪声、低振动的机具，采取隔声与隔振措施。

3. 光污染控制

（1）夜间电焊作业应采取遮挡措施，避免电焊弧光外泄。

（2）大型照明灯应控制照射角度，防止强光外泄。

4. 水污染控制

（1）在施工现场应针对不同的污水，设置相应的处理设施。

（2）污水排放应委托有资质的单位进行废水水质检测，提供相应的污水检测报告。

（3）保护地下水环境。采用隔水性能好的边坡支护技术。

（4）对于化学品等有毒材料、油料的储存地，应有严格的隔水层设计，做好渗漏液收集和处理。

5. 土壤保护

（1）保护地表环境，防止土壤侵蚀、流失。因施工造成的裸土应及时覆盖。

（2）污水处理设施等不发生堵塞、渗漏、溢出等现象。

（3）防腐保温用油漆、绝缘脂和易产生粉尘的材料等应妥善保管，对现场地面造成污染时应及时进行清理。

（4）对于有毒有害废弃物应回收后交有资质的单位处理，不能作为建筑垃圾外运。

（5）施工后应恢复施工活动破坏的植被。

6. 建筑垃圾控制

（1）制订建筑垃圾减量化计划。

（2）加强建筑垃圾的回收再利用，力争建筑垃圾的再利用和回收率达到 30%。碎石类、土石方类建筑垃圾应用作地基和路基回填材料。

（3）施工现场生活区应设置封闭式垃圾容器，施工场地生活垃圾实行袋装化，及时清运。

7. 地下设施、文物和资源保护

（1）施工前应调查清楚地下各种设施，做好保护计划，保证施工场地周边的各类管道、管线、建筑物、构筑物的安全。

（2）进行地下工程施工或基础挖掘时，如发现化石、文物、电缆、管道、爆炸物等，应立即停止施工，及时向有关部门报告，按有关规定妥善处理后，方可继续施工。

8. 施工现场环境保护

（1）焊接环境保护

1）风力、气温、湿度超出规范要求会对焊接作业带来负面影响；

2）焊接产生烟尘、废弃的焊条头和脱落的渣皮会对作业区域空气、土壤造成污染。

（2）容器试压环境保护

1）试压介质为水时，随意排放水会造成土壤污染；

2）试压介质为空气时，泄压噪声影响人身健康。

（3）施工现场环境保护

1）施工现场严禁焚烧各类废弃物；

2）严禁将未经处理的有毒、有害废弃物直接回填。

（二）节材与材料资源利用技术要点

1. 图纸会审时，应审核节材与材料资源利用的相关内容。

2. 应用BIM技术优化安装工程的预留、预埋、管线路径等方案，优化钢板、钢筋和钢构件下料方案。

3. 推广使用预拌混凝土和商品砂浆。推广使用高强钢筋和高性能混凝土。推广钢筋专业化加工和配送。

4. 采用“三维建模”“工厂化预制、模块化安装”等先进施工技术，精细设计、建造，提高材料利用率。

（三）节水与水资源利用的技术要点

1. 提高用水效率

（1）施工中采用先进的节水施工工艺。

（2）施工现场机具、设备、车辆冲洗、喷洒路面、绿化浇灌等不宜使用自来水。现场混凝土施工宜优先采用中水搅拌、中水养护，有条件的项目应收集雨水养护；处于基坑降水阶段的项目，宜优先采用地下水作为混凝土搅拌用水、养护用水。

（3）施工现场供水管网和用水器具不应有渗漏。

（4）现场机具、设备、车辆冲洗用水应设立循环用水装置。施工现场办公区、生活区的生活用水应采用节水系统和节水器具。

（5）施工现场应建立可再利用水的收集处理系统。雨量充沛地区的大型施工现场宜建立雨水收集利用系统。

（6）施工现场分别对生活用水与工程用水确定用水定额指标，凡具备条件的应分别计量管理，并进行专项计量考核。

2. 用水安全

在非传统水源和现场循环再利用水的使用过程中，应制定有效的水质检测与卫生保障措施，确保避免对人体健康、工程质量以及周围环境产生不良影响。例如，不锈钢容器或管道试验用水中氯离子要小于25ppm（25×10^{-6}），否则就会发生氯离子对不锈钢的孔蚀、晶间腐蚀。

（四）节能与能源利用的技术要点

1. 节能措施

（1）制定合理的施工能耗指标，提高施工能源利用率。

（2）优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的施工设备和机具。

（3）施工现场分别设定生产、生活、办公和施工设备的用电控制指标，定期进行计量、核算、对比分析。

（4）在施工组织设计中，合理安排施工顺序、工作面，以减少作业区域的机具数量，相邻作业区充分利用共有的机具资源。

（5）根据当地气候和自然资源条件，充分利用太阳能等可再生能源。

2. 机械设备与机具

（1）建立施工机械设备管理制度，开展用电、用油计量，完善设备档案，及时做好维修保养工作。

（2）选择功率与负载相匹配的施工机械设备。采用节电型机械设备。

（3）合理安排工序，提高各种机械的使用率和满载率。

3. 生产、生活及办公临时设施

（1）利用场地自然条件，使生产、生活及办公临时设施获得良好的日照、通风和采光。

（2）临时设施宜采用节能、隔热材料。

（3）合理配置供暖、空调、风扇数量。

4. 施工用电及照明

临时用电宜优先选用节能灯具，采用声控、光控等节能照明灯具。

（五）节地与施工用地保护的技术要点

1. 临时用地指标

根据施工规模及现场条件等因素合理确定临时设施。施工平面布置应合理、紧凑。

2. 临时用地保护

（1）对施工方案进行优化，减少土方开挖和回填量，最大限度地减少对土地的扰动。

（2）建设红线外临时占地应尽量使用荒地、废地。生态薄弱地区施工完成后，应进行地貌恢复。

（3）保护施工用地范围内原有绿色植被。

3. 施工总平面布置

（1）施工总平面布置应做到科学、合理，充分利用原有建筑物、构筑物、道路、管线为施工服务。

（2）施工现场搅拌站、仓库、加工厂、作业棚、材料堆场等布置应尽量靠近已有交通线路或即将修建的正式或临时交通线路，缩短运输距离。

（3）加大管道、钢结构的工厂化预制深度，节省现场临时用地。

（4）施工现场道路按照永久道路和临时道路相结合的原则布置。

（5）临时设施布置应注意远近结合（本期工程与下期工程），努力减少大量临时建筑拆迁和场地搬迁。

三、绿色施工评价

（一）评价框架体系

1. 评价阶段

绿色施工评价宜按以下阶段进行：地基与基础工程、结构工程、装饰工程、机电安装工程。

2. 评价要素

绿色施工每个阶段应按以下五个要素进行评价：环境保护、节材与材料资源利用、节水与水资源利用、节能与能源利用、节地与土地资源保护。

3. 评价指标

绿色施工每个要素由若干项评价指标构成，评价指标按其重要性和难易程度可分为以下三类：控制项、一般项、优选项。

4. 评价等级

根据控制项的符合情况和一般项、优选项得分进行评价，绿色施工每个要素的评价等级可分为以下三个档次：不合格、合格、优良。

5. 评价频次

绿色施工项目自评次数每月不应少于 1 次，且每阶段不应少于 1 次。

6. 单位工程绿色施工等级及判定标准

根据《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640—2010 的计分标准、计算公式、要素权重系数，计算出单位工程绿色施工总得分，判定出单位工程绿色施工等级。

（二）评价组织、程序与资料

1. 评价组织

（1）单位工程绿色施工评价应由建设单位组织，项目部和监理单位参加。

（2）单位工程施工阶段评价应由监理单位组织，建设单位和项目部参加。

（3）单位工程施工批次评价应由施工单位组织，建设单位和监理单位参加。

（4）项目部应组织绿色施工的随机检查，并对目标的完成情况进行评估。

2. 评价程序

（1）单位工程绿色施工评价应先批次评价，再阶段评价，最后进行单位工程的绿色施工评价。

（2）单位工程绿色施工评价应在工程竣工前申请。

（3）评价时先听取项目部的实施情况报告，再检查相关技术和管理资料，综合确定评价等级。

3. 评价资料

单位工程绿色施工评价资料应包括：反映绿色施工要求的图纸会审记录；施工组织设计的专门绿色施工章节、施工方案的绿色施工要求；绿色施工技术交底和实施记录；绿色施工要素评价表；绿色施工批次评价表；绿色施工阶段评价表；单位工程绿色施工评价汇总表；单位工程绿色施工总结报告；单位工程绿色施工相关方验收及确认表；反映绿色施工评价要素水平的照片和音像资料。

四、发展绿色施工的“四新技术”

1. 绿色施工的“四新技术”包括新技术、新设备、新材料与新工艺。

2. 发展适合绿色施工的资源利用与环境保护技术，对落后的施工方案进行限制或淘汰，鼓励绿色施工技术的发展，推动绿色施工技术的创新。

3. 大力发展现场监测技术、低噪声的施工技术、“工厂化预制，模块化安装”的施工技术、现场环境参数检测技术、自密实混凝土施工技术、清水混凝土施工技术、新型模板及脚手架技术等的研究与应用。

4. 加强信息技术应用，如绿色施工的虚拟现实技术、三维建模的工程量自动统计、绿色施工组织设计数据库建立与应用系统、数字化工地、基于电子商务的工程材料、设备与物流管理系统等。通过应用信息技术，进行精密规划、设计、精心建造和优化集成，实现与提高绿色施工的各项指标。

1H420115 文明施工实施要求

一、文明施工管理的组织、职责与内容

（一）文明施工管理的组织

项目部成立由项目部领导班子成员为组长的文明施工领导小组，成员由生产、技术、安全、设备、保卫、物资、生活卫生等部门负责人及相关人员组成。

（二）文明施工管理的职责

1. 文明施工领导小组负责制定项目文明施工管理规划，明确创建文明施工管理目标，实行"分层负责，区域管理"的原则，明确专业责任分工和主管部门（人员），开展文明施工管理工作。

2. 项目经理负责文明施工的决策，负责文明施工管理的组织、协调和指导工作，并对文明施工规划提出指导性意见。

3. 施工现场文明施工由施工企业负责，实行总承包的，由总承包单位负责。各施工分包单位应服从总承包单位的管理，建立和健全相应的管理体系，负责各自责任区域的文明施工管理和实施、保持工作。

（三）文明施工管理的内容

施工平面布置；现场围挡、标牌；施工场地管理；材料堆放、周转设备管理；现场生活设施管理；现场消防、防火管理；医疗急救的管理；社区服务的管理；治安管理等。

二、现场文明施工的目标与措施

（一）现场文明施工的目标

1. 规范施工现场的场容，保持作业环境的整洁卫生；
2. 科学组织施工，使生产有序进行；
3. 减少施工对周围居民和环境的影响；
4. 保证施工现场人员的安全和身体健康。

（二）现场文明施工的措施

1. 组织措施

成立施工现场文明施工管理小组，作为开展文明施工和环境保护的组织保证。建立并健全包括各专业文明施工管理制度、岗位责任制、检查制度、奖惩制度、会议制度等，建立文明施工管理的体系。组织开展全员文明施工教育。

2. 技术措施

应结合施工现场的实际情况，编制文明施工的实施细则，指导和推进文明施工活动开展。

3. 合同措施

应在施工招标投标阶段于招标投标文件中明确项目对于文明施工管理的要求，在施工分包合同中确定文明施工管理的工作内容和要求。

4. 经济措施

对于文明施工管理应采取经济奖惩相结合的方法。经济奖惩的措施应与合同措施合并采用，在施工分包合同中明确对于文明施工管理不符合规定要求的处罚方法。

三、现场文明施工管理的基本要求

（一）施工准备阶段

1. 项目部在编制项目施工管理规划时，应对文明施工管理做出总体布置，并要求施工分包单位针对所承建部分的项目特点和具体要求编制文明施工实施细则。

2. 加强施工总平面布置和管理，确定施工现场区域规划图和施工总平面布置图。合理布置和安放施工期间施工现场所需要的设备、材料、机具，明确材料、设备等物资需要量及进场计划、运输方式、处置方法，确保实现施工现场秩序化、标准化、规范化，体现出文明施工水平。

（二）工程施工阶段

1. 作业过程要求

（1）项目部所属各单位应强化文明施工责任区的管理，遵循通行和现场施工作业；堆放的设备和材料的标识应清楚；露天放置材料应分类摆放整齐，妥善保护；安装后的主要设备应予以标识，标识应符合要求并具有可追溯性。

（2）现场及生活区的道路可与消防通道共用，应布置成环形，且宽度不小于3.5m，以利于消防车辆通行。同时应平整、坚实、畅通，有完善的排水措施。现场运输泥土、水泥等车辆应做好防扬尘措施，施工路面应及时清洁，不定期洒水。

（3）严格按施工组织设计中平面布置图划定的位置整齐堆放原材料和机具、设备。进入现场的交通工具和各类车辆、机具应按要求停放。合理布置临时施工照明，施工区域（或施工点）的照明应符合安全要求。

（4）施工现场各施工层或重点施工区域应按规定配备消防器材，做好现场安全施工的检查和监护。保护施工现场的安全、消防、文明施工设施，严禁乱拆乱动。各类标志齐全、完好。

（5）施工现场应设置卫生设施，宜采用冲水厕所。

（6）各类皮带线（电焊机电缆线、氧乙炔皮带）拉设在符合安全要求下，实行定向管理，穿越道路应采取加套管等防护措施。

2. 设备管理要求

（1）设备安全防护装置齐全；室外设备有防护棚、罩；加工场地整齐、平整。

（2）机械设备的操作规程、标识、台账、维护保养等齐全并符合要求。

3. 临时用电要求

（1）施工区、生活区、办公区的配电线路架设和照明设备、灯具的安装、使用应符合规范要求；特殊施工部位的用电线路按规范要求采取特殊安全防护措施。

（2）配电箱和开关箱选型、配置合理，安装符合规定，箱体整洁、牢固。

（3）电动机具电源线压接牢固，绝缘完好；电焊机一、二次线防护齐全，焊把线双线到位，无破损。

（4）临时用电有方案和管理制度，值班电工个人防护整齐，持证上岗；值班、检测、维修记录齐全。

4. 保卫消防要求

（1）施工现场有保卫、消防制度和方案、预案，有负责人和组织机构，有检查落实和整改措施。

（2）施工现场出入口设警卫室。

（3）施工现场有明显防火标志，消防通道畅通，消防设施、工具、器材符合要求；施工现场不准吸烟。

（4）易燃、易爆、剧毒材料必须单独存放，搬运、使用符合标准；明火作业要严格审批程序。

（三）竣工验收阶段的文明施工要求

1. 永久照明和检修电源应逐步投入使用；各层平台、栏杆扶梯应做到齐全、牢固。
2. 现场各类沟道干净，盖板齐全平整，排水（污）沟（管）道畅通。
3. 施工现场环境整洁，地面干净，无污迹、杂物等。
4. 施工临时设施除按要求必须保留的以外，应拆除和清理干净。
5. 及时消除生产设备存在的漏风、漏气（汽）、漏水、漏油、漏粉等现象。
6. 消缺、检修、试运等工作应严格执行工作票制度，按规定处理消缺、检修、试运过程中产生的废液、废气、废弃物等。
7. 施工分承包单位应主动在责任区域消除基建痕迹，做好系统维护和设备保护工作。

【案例1H420110-1】

一、背景

某机电公司承接一地铁机电工程（4站4区间），该工程位于市中心繁华区，工期16个月，工程范围包括通风与空调、给水排水及消防水、动力照明、环境与设备监控系统等。

工程各站设置3台制冷机组，单台机组重量为5.5t，位于地下站台层。各站两端的新风及排风竖井共安装6台大型风机。空调冷冻、冷却水管采用镀锌钢管焊接法兰连接，法兰焊接处内外焊口做防腐处理。

机电工程工期紧，作业区域分散，项目部编制了施工组织设计，对工程进度、质量和安全管理进行重点控制。在安全管理方面，项目部根据现场狭小空间作业特点，对吊装运输作业进行分析识别，制定了相应的安全管理措施和应急预案。

项目部还制定了绿色施工管理和环境保护的绿色施工措施，提交建设单位后，建设单位认为绿色施工内容不能满足施工要求，建议补充完善。

在车站出入口未完成结构施工时，全部机电设备、材料均需进行吊装作业，其中制冷机组和大型风机的吊装运输分包给专业施工队伍。分包单位编制了吊装运输专项方案后即组织实施，被监理工程师制止，后经整改，才组织实施。

施工中项目部按规定多次对施工现场进行安全检查，仍反复出现设备吊装指挥信号不明确或多人同时指挥；个别电焊工无证上岗，雨天高空作业；临时楼梯未设护栏等多项安全隐患。项目部经认真分析总结，认为是施工现场安全检查未抓住重点，经整改后效果明显。工程经通风与空调节能验收符合要求。

二、问题

1. 本工程危险源有哪些？生产经营单位的应急预案分为哪几类？

2. 绿色施工要点还应包括哪些方面的内容？

3. 分包单位在组织吊装运输专项方案实施时为什么被监理工程师制止？

4. 根据背景资料，归纳施工现场安全检查的重点。

5. 通风与空调节能验收有何要求？

三、分析与参考答案

1. 本工程危险源有：触电、焊接烟尘、吊装索具断脱、作业人员呼吸缺氧、脚手架倾倒、高处坠落等。

生产经营单位应急预案的分类有综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案。

2. 项目部制定了绿色施工管理和环境保护的绿色施工措施，所以绿色施工要点还应包括：节材与材料资源利用，节水与水资源利用，节能与能源利用和节地与土地资源保护。

3. 因为该吊装运输方案属危险性较大的工程，应报总承包单位，经总承包单位技术负责人、项目总监理工程师、建设单位项目负责人审批签字后方可组织实施。

4. 根据背景资料分析，施工现场安全检查的重点是：违章指挥，违章作业，安全保证措施。

5. 通风与空调节能验收要求有：

（1）材料、设备的见证取样复试

1）通风与空调工程的绝热材料，要对导热系数、密度、吸水率等指标进行复试，检验方法为现场随机抽样送检，核查复验报告，要求同一厂家同材质的绝热材料复验不得少于2次。

2）风机盘管机组要对供冷量、供热量、风量、水阻力、功率及噪声等参数进行复试，检验方法为随机抽样，核查复验报告，要求同一厂家的风机盘管机组按数量复验2%，不得少于2台。

（2）通风与空调系统节能性能检测

1）室内温度的检测要求居住户每户抽测卧室或起居室1间，其他建筑按房间总数抽测10%，冬季不得低于设计计算温度2℃，且不应高于1℃，夏季不得高于设计计算温度2℃，且不应低于1℃。

2）通风与空调系统的总风量，与设计允许偏差 −5%～＋10%。各风口的风量，与设计允许偏差≤ 15%。

3）空调系统的冷热水、冷却水总流量应全系统检测，与设计允许偏差≤ 10%。空调机组的水流量，定流量系统允许偏差≤ 15%，变流量系统允许偏差≤ 10%。

【案例1H420110-2】

一、背景

A公司承包某炼油厂X装置的扩建工程，工程内容包括：钢结构框架、设备、工艺管道、防腐蚀、绝热、电气、自动化仪表等安装工程，单体试车合格双方办理中间交接手续；配合炼油厂组织的试运行。

A公司组建的项目部编制施工组织设计时，考虑到扩建工程位于正常运行的液化石油气罐区的东侧相隔约100m，北侧隔路与轻石脑油罐区相邻间隔80m的情况，两个罐区存在火灾、爆炸危险源，项目部对其进行风险评价，分析出相应的有害因素，采取预防措施，实现安全施工。

X装置中关键设备反应器为Ⅲ类压力容器，总重800t、高度120m，分三段运输到工地后，A公司处采用3200t履带起重机完成吊装、组对、焊接。B公司分包反应器绝热工程，及时办理了中间交接手续，搭设外部脚手架，组织了20名作业人员计划5天完成绝热工程施工。监理现场巡检发现脚手架搭设高度超过50m，因方案未经审批立即叫停。

A公司组对焊接反应器时，在环焊缝下方1.2m处搭设有内外作业平台，组对点焊固定后，由两名焊工对称同向同步焊接；先焊接完外侧焊缝，再从内侧碳弧气刨清根、手持砂轮机打磨合格，进行内侧填充盖面焊接。

二、问题

1. 本工程火灾和爆炸危险源相应的危害因素有哪些？

2. A公司应具有哪个制造许可项目？

3. 脚手架搭设施工方案实施前，A公司应如何组织签字论证？

4. 在清根、焊接过程中，焊工要面对的危险源有哪些？

5. 项目部进行风险识别步骤应包括哪些？

三、分析与参考答案

1. 本工程位置处在两个正常运行危险品储运的罐区附近，罐区储运的液化石油气和石脑油都是易燃易爆危险品，泄漏遇明火会引发火灾、爆炸，挥发气体随风会飘移至施工现场，遇明火会燃烧。所以，因施工产生的危害因素有：人员自带火种进入工地；车辆排放尾气未设置灭火器；未限制动火作业；用电设备无防爆保护；可燃气监测点过少、监测不及时等。

2. A公司应具有压力容器特种设备制造许可证，许可项目为A。

3. 因落地式钢管脚手架工程搭设高度超过50m，属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程；A公司应组织编制脚手架搭拆专项施工方案、技术负责人审核签字、加盖公章；也可以由B公司组织编制、技术负责人审核签字、加盖公章，再经过A公司技术负责人审核签字、加盖公章；最后，总监理工程师审查签字、加盖执业印章后方可由A公司组织专家论证。

4. 在内侧焊缝清根、焊接过程中，焊工面对的危险源有：焊工噪声暴露，焊工吸入有害粉尘（烟气），触电、高处作业，机械打击（砂轮片断裂等），弧光灼伤等。

5. 项目部进行风险识别步骤应包括：收集资料，分析不确定性及识别风险，形成初步风险清单。

【案例1H420110-3】

一、背景

A公司建设风电场项目装机容量为100MW，设计安装46台单机容量为2.2MW的风力发电机组，负责设备采购运输到现场。单台设备由塔筒（分三段到场）、机舱、发电机、

轮毂、叶片等组成，风机机组轮毂中心高度为152m。B公司中标施工总承包所有建筑安装工程，经A公司同意后，将风电场项目每个单机划分建筑、安装两个单位工程，单机之间的公用工程划分为建筑、安装两个单位工程；与C公司签订了风电场电缆直埋专业分包施工合同。

B公司成立项目部，及时对风力发电设备吊装工艺进行了研究，根据风机塔筒，机组超高、超大、超重。此外，项目地处农田、河道及藕塘区，针对运输道路、作业环境较为复杂的具体情况，对吊装过程辨识出的危险源有：起重机倾倒、机舱吊装就位脱钩作业、螺栓或工具高空坠落等，编制了专项施工方案，并组织专家论证会审议通过。采用ZCC9800W履带起重机主吊，100t汽车起重机作为辅助吊装机械。

项目经理部成立施工现场文明施工管理小组，作为开展文明施工和环境保护的组织保证。建立并健全包括各专业文明施工管理制度、岗位责任制等。

二、问题

1. 履带起重机倾翻危险源风险最大的有害因素是哪些？

2. 安装过程中，应使用哪些计量器具来检测设备的水平度、垂直度和塔筒法兰间隙？

3. 风电场项目可划分出多少个单位工程？每一个电气装置分部工程应划分出哪些分项工程？

4. B公司在绿色施工中，环境管理体系运行应注重环保哪些方面？

5. 项目经理部建立并健全文明施工管理制度还应包括哪些？

三、分析与参考答案

1. 履带起重机倾翻风险最大（最可能触发）的有害因素有：吊装机舱的履带起重机接触地面处，地基承载耐力不足；因风力过大或起重机作业工况不足，机舱提升吊装高度平移中，触碰履带起重机臂架。

2. 安装过程，应使用水平仪控制设备水平度，使用经纬仪控制塔筒的垂直度，使用塞尺检测塔筒法兰的间隙。

3. 风电场项目可划分出 $2 \times 46 + 2 = 94$ 个单位工程；每一个电气装置分部工程应划分出电气设备分项工程和电气线路分项工程。

4. B公司在绿色施工中，环境管理体系运行应注重环保的有：扬尘控制；土壤保护；建筑垃圾控制；地下设施、文物、资源保护；植被保护；水资源保护。

5. 项目经理部建立并健全文明施工管理制度还应包括：检查制度、奖惩制度、会议制度。

1H420120 机电工程施工质量管理

1H420121 施工质量控制的策划

一、施工质量管理策划

（一）项目质量管理策划要求

1. 建立项目质量管理制度，通过建立并实施从工程项目管理策划至保修（包括变更）

管理的制度，对工程项目施工的质量管理活动加以规范，有效控制工程质量和服务质量。包括质量终身责任和竣工后永久性标牌制度，对项目负责人履行质量责任不到位的情况进行追究。

2. 制定项目质量管理评定考核制度，包括合理配备质量管理资源及明确各自的质量责任和义务，以监督落实项目负责人的质量终身责任。

3. 质量管理需按照策划、实施、检查、处置的循环过程原理，持续改进，并需要从增值的角度考虑过程。

4. 质量管理需满足明示的、通常隐含的或必须履行的需求或期望。包括达到发包人、相关方满意以及法律法规、技术标准和产品的质量要求。

（二）项目质量计划

1. 项目质量计划的主要内容

（1）项目的质量目标、指标和要求。

（2）项目的质量管理组织与职责。

（3）项目质量管理所需要的过程、文件和资源；文件包括了项目执行的标准规范和规程。

（4）实施项目质量目标和要求采取的措施。采取的措施已包括项目所要求的评审、验证、确认、监视、检验和试验活动。

2. 项目质量计划中的质量活动应清晰，要明确：要达到的目标、需要的资源、责任人、完成时间及效果评价等。

二、施工质量管理策划的分工及职责

（一）施工企业

1. 施工企业应收集工程项目质量管理策划所需的信息。

2. 施工企业负责对工程项目质量管理策划书是否符合合同、法律法规及管理制度进行审核。

3. 施工企业负责项目质量管理策划实施的动态管理，控制策划的变更过程，评审变更的风险，调整相关策划结果并监督实施。

（二）项目部

1. 项目部应负责工程项目质量管理活动的实施。

2. 工程项目质量管理活动可根据项目的规模、复杂程度分阶段实施。质量策划书可以是一个或一组文件，可采用包括施工组织设计、质量计划在内的多种文件形式，内容需覆盖并符合相关规范的要求，其繁简程度根据工程项目的规模和复杂程度而定。

三、施工质量管理策划的方法和主要内容

（一）施工质量管理策划的方法

1. 确定关键工序并明确其质量控制点及控制方法。

2. 影响工程质量的因素应包括与施工质量有关的人员、施工设备和机具、工程材料和构配件、施工方法、环境因素和测量手段等。

3. 采用先进的施工技术和管理方法，不但能提高劳动生产率，同时也能有效地提高建设工程质量水平。先进的科学技术，包括勘察设计技术、施工技术、检测技术、先进的原材料和设备等。

（二）施工质量管理策划的主要内容

1. 工程项目质量管理策划的主要内容

（1）质量目标；

（2）项目质量管理组织机构和职责；

（3）工程项目质量管理的依据；

（4）影响工程质量因素和相关设计、施工工艺及施工活动分析；

（5）人员、技术、施工机具及设施资源的需求和配置；

（6）进度计划及偏差控制措施；

（7）施工技术措施和采用新技术、新工艺、新材料、新设备的专项方法；

（8）工程设计、施工质量检查和验收计划；

（9）质量问题及质量事件的报告和处理；

（10）突发事件的应急处置；

（11）信息、记录及传递要求；

（12）与工程建设相关方的沟通、协调方式；

（13）应对风险和机遇的专项措施；

（14）质量控制措施；

（15）工程施工其他要求。

2. 工程项目质量策划主要项目的规定

（1）重要过程是指对工程结构安全与使用功能产生重要影响的施工过程，包括关键过程、特殊过程及其检验试验等。

（2）特殊过程是指施工过程的结果不能通过其后的检验试验加以验证（或不能经济地进行验证）的过程。特殊过程确认的关键是确保风险预防和风险控制。

四、施工质量管理策划的实施

（一）实施的准备

1. 交底的要求

（1）施工企业应对工程项目质量管理策划书进行交底，并应明确交底的层次、阶段及相应的对象、内容和方式，保存适当记录。

（2）交底包括技术交底及其他相关要求的交底，需关注质量管理与其他项目管理的集成与兼容，以满足工程管理的整体需要。

（3）通过交底确保被交底人了解本岗位的施工内容及质量要求。

（4）交底可分层次、分阶段进行。交底的层次、阶段及形式需根据工程的规模和施工的复杂、难易程度及施工人员的素质确定。在单位工程、分部工程、分项工程、检验批施工前，需按照规定进行技术交底。

（5）交底的方式可根据需要采用口头、书面及培训等形式。

（6）交底的依据需包括施工组织设计、专项施工方案、施工图纸、施工工艺、技术规范及质量标准等。

（7）交底的内容一般需包括质量要求和目标、施工部位、工艺流程及标准、验收标准、使用的材料、施工机具、环境要求、进度规定及操作要点。

（8）对于常规的施工作业，交底的形式和内容可适当简化。

2. 资源条件的配置

项目部需按照施工质量管理策划书，如项目质量计划或施工组织设计等文件要求进行施工准备工作，配足项目需要的各种资源。按企业管理制度的要求选择供应商、分包商，组织施工设备与设施和人员进场。

（二）过程控制

1. 关键过程控制

对于项目中的关键过程，项目部需通过任务单、施工日志、施工记录、隐蔽工程记录、各种检验试验记录等表明施工工序所处的阶段或检查、验收的情况，确保关键过程处于受控状态。

2. 特殊工序控制

（1）对技术文件和工艺进行评审。

（2）对施工机具与设施、人员的能力进行核实。

（3）在人员、材料、工艺参数、设备、环境发生变化时适时进行确认。

（4）记录必要的确认活动。

3. 施工过程标识控制

通过现场标识和记录进行标识。要注意对现场标识的保护和标识移植工作；记录必须准确、详细、及时，具有可追溯性。

4. 质量信息和记录控制

（1）应保持与工程建设相关方的沟通、协商，对相关信息进行处理，并保存必要的记录。沟通、协商应包括下列内容：

1）工程质量情况；

2）工程变更与洽商要求；

3）与工程质量有关的其他事项。

（2）应建立和保持施工过程中的质量记录，记录的形成应与工程施工过程同步，包括下列内容：

1）图纸的接收、发放、会审与设计变更的有关记录；

2）施工日记；

3）交底记录；

4）岗位资格证明；

5）工程测量、技术复核、隐蔽工程验收记录；

6）工程材料、构配件和设备的检查验收记录；

7）施工机具、设施、检测设备的验收及管理记录；

8）施工过程检测、检查与验收记录；

9）质量问题的整改、复查记录；

10）项目质量管理策划结果规定的其他记录。

5. 工程质量检查

（1）项目部应根据项目质量计划中质量检查的方法、内容和频次，对工程实体质量进行检查，并应跟踪整改情况，保存相应的检查记录。

（2）施工企业应实施工程质量抽查，对项目部的工程质量检查活动进行监督管理。

1H420122 施工质量影响因素的预控

一、施工质量影响因素控制的内容

（一）施工单位质量行为的控制内容

1. 建立质量责任制，主要包括制订质量目标计划，建立考核标准，并层层分解落实到具体的责任单位和责任人，赋予相应的质量责任和权力。通过层层落实质量责任制这一手段，做到事事有人管，人人有职责，保证工程的施工质量。

2. 除了明确项目经理是工程项目上的技术和施工管理负责人外，还应该明确企业技术和施工管理负责人，对该工程所应承担的技术管理责任。例如，施工组织设计，应经企业技术负责人（总工程师）或相应的技术和质量部门批准，工程质量验收应由企业质量和技术部门参加或主持等。此外，还应确定工程项目上的其他管理人员的质量职责，如各工种的工长等施工管理人员。

3. 监督检查项目部执行企业质量管理制度情况、施工质量现状。

（二）施工质量影响因素的预控内容

施工质量影响因素通常包括人、机、料、法、环、测等。

1. 施工人员的控制内容

（1）根据工程特点和技术要求编制人员需求计划，明确人员数量、专业、技能、资质、年龄及身体等条件要求；

（2）按照人员需求计划对进场人员进行验证，建立人员资格控制台账；

（3）对从事关键、特殊过程作业的人员要求进行设定，控制施工人员的资格，包括身体、心理和生理条件等；

（4）施工前对有持证要求的岗位人员进行操作技能考核测试，确定能否上岗；

（5）施工过程中对人员的工作质量、产品质量进行跟踪抽检及数据监测，及时采取措施；

（6）施工前组织业务培训和技术交底，下达工艺技术文件，明确技术质量要求；

（7）对人员的质量意识、职业道德、错误行为等进行过程监督评价，实施质量奖罚制度。

2. 施工机具、设备的控制内容

（1）编制机具、设备使用（或需求）计划，明确性能要求。

（2）对进场施工机具、设备的性能、完好情况进行验收。

（3）加强使用过程和保养、维修监督管理，确保机具、设备的完好状态，杜绝带病作业。

（4）制定机具、设备操作规程，并监督正确使用。

3. 工程材料、设备的控制内容

（1）审核材料计划，明确产品生产标准、采购程序及特殊要求。

（2）审核供应商的营业执照、资质证书、生产许可证、供货能力等，必要时可到厂家现场考察。

（3）对设备材料采购合同进行评审，确定满足工程需要。

（4）对进场材料和设备进行检查验收，核实材料和设备的规格型号、材质、数量、批

次、执行的标准，查验质量证明文件，建立登记台账。

（5）必要时对工程设备及材料进行复验和试验。

（6）根据材料和设备特性，确定搬运、储存及保管方式。

（7）对材料进行有效标识及标识的移植，对不合格材料、不适用设备进行隔离存放，避免错用。

（8）制定有效的材料储存、发放管理制度。

4. 施工方法的控制内容

（1）编制的施工组织设计、施工方案、作业指导书、工艺文件具有针对性和可操作性。

（2）检验和试验计划内容全面、质量控制点设置准确。

（3）关键工程和特殊工程施工措施完备，能有效保证施工质量。

（4）现场总平面布置和施工进度计划的动态管理。

（5）有效进行施工过程的标识和标识移植，具有可追溯性。

（6）控制分包工程，分包商的能力。

（7）检验批、分项、分部、单位工程划分准确，及时实施质量验收。

（8）做好施工图纸会审，规范管理设计变更和材料代用。

（9）采用 BIM 技术进行三维碰撞分析。

（10）制定有效质量预防措施和成品保护措施。

5. 施工环境的控制内容

（1）采取有效的控制措施降低自然条件（包括风、雨、温度、湿度、粉尘、地质条件等）对施工质量的影响。

（2）合理规划施工平面布置。

6. 测量手段的控制内容

（1）制订监视和测量设备使用计划（或需求计划），设备数量和检测能力满足项目检测需求。

（2）制定监视和测量设备台账及周检计划。做好新购置设备的首次检定和在用设备的周期检定，确保测量传递的有效性。

（3）设专人专柜进行监视和测量设备使用、管理和储存，保证储存环境符合要求。

（4）加强使用过程监督管理，发现设备失准应及时维修和检定。

（5）对监视和测量设备的状态进行有效标识和隔离存放，防止混用。

（三）施工过程质量预控内容

1. 质量计划实施控制

（1）质量计划的实施应确保实施过程的各种输入；实施过程控制点的设置；实施过程的输出；各个实施过程之间的接口满足规定的要求。

（2）项目管理机构应在质量控制过程中，跟踪、收集、整理实际数据，与质量要求进行比较。发现偏差，立即采取纠正措施，并对纠正措施实施后的效果进行复查，确认纠正措施的有效性。

（3）设计、采购、施工质量控制流程应符合企业质量管理体系要求。

（4）分包的质量控制应纳入项目质量控制范围，分包人应按分包合同的约定对其分包的工程质量向项目管理机构负责。

2. 关键（特殊）过程质量控制

在工程项目施工中，可以采用关键施工过程控制法，对关键施工过程和过程节点实施控制。

3. 不合格品控制

（1）对检验和监测中发现的不合格品，按规定进行标识、记录、评价、隔离，防止非预期的使用或交付。

（2）采用返修、加固、返工、让步接受和报废措施，对不合格品进行处置。

二、施工质量影响因素预控的方法

施工质量预控内容包括：施工前对质量影响因素的预控和施工过程中根据质量发展趋势所进行的预控。

1. 施工前对质量影响因素的预控方法

（1）确定质量预控的对象，它可能是某一或几个分部工程，也可能是某一或几个分项工程，也可能是某一施工工序。

（2）对分部、分项工程进行工序分解。如合金钢管道安装分项工程，可分解为：领料、下料、坡口加工、组对、焊接、支架安装、管道安装、检验等工序。

（3）针对每个工序进行分析，找出可能出现的质量问题。

（4）对每个质量问题，从人、机、料、法、环、测 6 个方面分析可能的影响因素。

（5）利用统计工具从众多的原因中找到并确认问题的主要原因，然后根据原因制定对策。

（6）对策实施和对策实施后效果的检查。

2. 施工过程中对质量影响因素的预控方法

施工过程中，通过对过程质量数据的监测统计，利用数据分析技术找出质量发展趋势，分析产生质量不合格的原因，针对主要原因采取对策消除不合格，使工程质量始终处于有效控制之中。

三、质量预控方案

1. 质量预控方案编制

通过对影响施工质量的因素特性分析，编制质量预控方案（或质量控制图）及质量预防措施，并在施工过程中加以实施。质量预控方案可以针对一个分部、分项工程、施工过程（如：管道焊接）或过程中容易出现的某个质量问题（如：焊接裂纹）来制定。

2. 质量预控方案的内容

主要包括工序（过程）名称、可能出现的质量问题、提出的质量预控措施三部分。质量预控方案的表达形式有文字表达形式、表格表达形式、预控图表达形式三种。

（1）文字表达形式

以叙述的方式列出，包括预控方案名称、可能出现的质量问题或缺陷、提出质量预控措施三个部分。这种方法实际上与表格表达方式非常类似，在共性问题表达上较为简便，但不如表格更直观清晰。例如，“合金钢管道焊接裂纹的质量预控方案”制定如下：

1）预控方案名称：合金钢管道焊接裂纹质量预控方案。

2）可能出现的质量问题：焊接裂纹。

3）制定的预控措施：① 检查焊接人员的合格项目；建立焊接指令卡，明确焊工可

以施焊的部位、材质和焊接方法。② 施焊前进行焊接工艺评定，编制焊接工艺卡并进行交底。③ 检查焊材质量，控制焊材发放，防止材料错用；对焊材进行烘干，配备焊条保温桶。④ 检查设备完好情况。⑤ 焊前预热，焊后进行缓冷或热处理。⑥ 控制焊接电流、电压。

（2）表格表达形式

用列表的方式分别列出工序可能出现的问题和对应的质量预控措施。表格方式针对性强，表达直观，但对于多项问题的共同原因表达不便。例如，管道焊接过程质量预控方案，采用表格表达形式见表 1H420122。

（3）预控图表达形式

用框图来表达质量预控方案的方法：在预控图中按照分部或分项工程，列出从施工准备到竣工验收的全部过程，然后对应每一个过程分别在左、右侧列出与过程有关的技术工作和质量控制措施框图。该方法更适用于对某一分部或分项工程的质量预控。

管道焊接过程质量预控表　　表 1H420122

可能出现的质量问题	质量预控措施
裂纹	控制焊材发放，防止错用；进行焊前预热，采取焊后缓冷或热处理
夹渣	严格按工艺卡施焊；控制清根质量；保持现场清洁；采取防风沙措施；确保设备完好
气孔	进行焊材烘干；配备焊条保温桶；采取防风措施；控制氩气纯度；焊接前进行预热
未焊透	检查坡口质量；控制组对间隙；控制焊接电流电压；对电焊机仪表进行检定
未融合	组对后由技术人员检查对口错边量；对管子壁厚不一致进行过渡处理
外观成型差	控制设备故障；按工艺卡控制电流电压；控制焊接层数；控制持证项目

1H420123 施工质量检验的类型及规定

一、施工质量检验的分类

1. 按质量检验的目的划分

施工质量检验按质量检验的目的通常可分为：施工过程质量检验、质量验收检验和质量监督检验三种。

（1）施工过程质量检验

由施工单位组织对施工过程各阶段实施的检验，一般包括自检、互检和专检，以及企业内部质量主管部门的检验。

（2）质量验收检验

针对检验批、分项、分部（子分部）、单位工程（子单位）及隐蔽工程所进行的质量验收检验，一般由施工单位申请，建设单位或监理单位参加验收。

（3）质量监督检验

由独立的质量监督部门对施工质量停止点、监检点进行的检验，一般由质量监督站、市场监督管理局、供电部门或消防等部门实施。

2. 按施工阶段划分

施工质量检验按施工阶段通常可分为：进货检验、过程检验和最终检验三种。

（1）进货检验

主要对原材料、半成品、零部件及工艺设备的检验，包括原材料检查验收、材料复验、材料报检等。

（2）过程检验

施工期间各方所进行的检验，包括质量控制点检验，隐蔽工程检验，关键过程，特殊过程检验，过程试验，检验批和分部分项验收等。

（3）最终检验

即竣工验收阶段的质量检验，包括单位工程验收、联动试车、质量监督检查核定等。

二、施工质量检验的依据和内容

1. 施工质量检验的主要依据

施工质量检验主要依据：有关的质量法律、法规；施工质量验收标准规范、规程；施工合同；设计文件、施工图纸；产品技术文件；企业内部标准等。

2. 质量检验的内容

施工过程质量检验的内容主要包括以下几个方面：

（1）人员的配置、人员持证情况、持证项目；

（2）施工设计文件和工艺文件编审和执行情况；

（3）原材料、半成品、零部件及设备质量控制情况；

（4）质量标准配备及执行情况；

（5）质量控制点、检验和试验计划设置及执行情况；

（6）工序质量检验、隐蔽工程控制情况；

（7）纠正措施制定与实施情况；

（8）质量记录管理情况；

（9）实物质量控制情况；

（10）检验批、分项、分部（子分部）质量验收。

三、施工质量“三检制”

施工质量的三级检查制度，简称“三检制”，即操作者的“自检”，施工人员之间的“互检”（交接检）和专职质量检验人员“专检”相结合的一种检验制度。

1. 自检。指由施工人员对自己的施工作业或已完成的分项工程进行自我检验，实施自我控制、自我把关，及时消除异常因素，以防止不合格产品进入下道工序。

2. 互检。指同组施工人员之间对所完成的作业或分项工程进行互相检查，或是本班组的质量检查员的抽检，或是下道作业对上道作业的交接检验，是对自检的复核和确认。

3. 专检。是指质量检验员对分部、分项工程进行检验，用以弥补自检、互检的不足。

4. “三检制”的实施程序：

工程施工工序完成后，由施工作业队（或施工班组）负责人组织质量“自检”，自检合格后，报请项目部，组织上、下道工序“互检”，互检合格后由现场施工员报请质量检查人员进行“专检”。“自检”记录由施工作业队（或施工班组）负责人填写并保存，“互检”记录由领工员负责填写（要求上、下道工序施工负责人签字确认）并保存，“专检”记录由各相关质量检查人员负责填写。

四、施工质量检验

1. 材料质量检验。对材料质量检验的内容包括：材料实体质量检验、质量证明文件检查和试验复验等内容。

2. 工序质量检验。机电工程工序质量检查的基本方法包括：感官检验法、实测检验法和试验检验法等。

五、不合格品管理

1. 不合格品

不合格品指不符合现行质量标准的产品。经过检验和试验判定，产品质量与相关技术要求和施工图纸、规程规范相偏离，不符合接收准则。包括不合格物资和不合格工序。

2. 不合格品处置

（1）不合格物资处置

1）当发现不合格物资时，应及时停止该工序的施工作业或停止材料使用，并进行标识隔离；

2）已经发出的材料应及时追回；

3）属于业主提供的设备材料应及时通知业主和监理；

4）对于不合格的原材料，应联系供货单位提出更换或退货要求；

5）已经形成半成品或制成品的过程产品，应组织相关人员进行评审，提出处置措施；

6）实施处置措施。

（2）不合格工序处置

1）返修处理：工程质量未达到规范、标准或设计要求，存在一定缺陷，但通过修补或更换器具、设备后，可使产品满足预期的使用功能，可以进行返修处理。

2）返工处理：工程质量未达到规范、标准或设计要求，存在质量问题，但通过返工处理可以达到合格标准要求的，可对产品进行返工处理。

3）不作处理：某些工程质量虽不符合规定的要求，但经过分析、论证、法定检测单位鉴定和设计等有关部门认可，对工程或结构使用及安全影响不大、经后续工序可以弥补的；或经检测鉴定虽达不到设计要求，但经原设计单位核算，仍能满足结构安全和使用功能的，也可不作专门处理。

4）降级使用（限制使用）：工程质量缺陷按返修方法处理后，无法保证达到规定的使用要求和安全要求，又无法返工处理，可作降级使用处理。

5）报废处理：当采取上述方法后，仍不能满足规定的要求或标准，则必须报废处理。

六、施工质量验收

1. 质量验收应在施工单位自行质量检验合格的基础上，由参与工程项目建设的有关单位共同对工程施工质量进行抽样复验，对质量合格与否做出书面确认。

2. 分项、分部、单位工程的质量验收，应按照所划分的检验批、分项、子分部、分部、子单位、单位工程依次进行。

（1）检验批验收：由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长等进行验收。

（2）分项工程验收：在施工单位自检的基础上，由建设单位专业技术负责人（监理工程师）组织施工单位专业技术质量负责人进行验收。

（3）分部（子分部）工程验收：在各分项工程验收合格的基础上，由施工单位向建设单位提出报验申请，由建设单位项目负责人（总监理工程师）组织施工单位和监理、设计等有关单位项目负责人及技术负责人进行验收。

（4）单位（子单位）工程验收：单位工程完工后，由施工单位向建设单位提出报验申请，由建设单位项目负责人组织施工单位、监理单位、设计单位等项目负责人进行验收。

3. 隐蔽工程验收

隐蔽工程是指工程项目建设过程中，某一道工序所完成的工程实物，被后一工序形成的工程实物所隐蔽，而且不可逆向作业的工程。

例如，直埋电缆敷设工程施工中，电缆将被土所覆盖，即隐蔽工程，隐蔽方式为覆土掩埋。由于隐蔽工程被后续工序隐蔽后，其施工质量就很难检验及认定，所以在工程具备隐蔽条件时，施工单位进行自检，并在隐蔽前48h以书面形式通知建设单位（监理单位）或工程质量监督、检验单位进行验收。通知内容包括：隐蔽验收的内容、隐蔽方式、验收时间和地点等。

4. 工程专项验收

工程专项验收主要包括：消防验收、环境保护验收、工程档案验收、建筑防雷验收、建筑节能专项验收、安全验收和规划验收等。专项验收应在分层质量验收合格的基础上，在工程总体验收前进行。

5. 当工程由分包单位施工时，其总包单位应对工程质量全面负责，并应由总包单位报验。工程质量验收合格后，施工单位应及时填写质量验收记录，参加验收的各方代表进行签字确认。

6. 经过验收，如果工程质量符合标准、规范和设计图纸要求，相关人员应在验收记录上签字确认，施工可以进行下道工序。如果验收不合格，施工单位在监理工程师限定的时间内修改后，重新申请验收。

七、质量监督检验

1. 工程质量监督管理

工程质量监督管理指建设工程主管部门依据有关法律法规和工程建设强制性标准，对工程实体质量和工程建设、勘察、设计、施工、监理和质量检测等单位的工程质量行为实施监督。

2. 工程质量监督检验的内容

（1）执行法律法规和工程建设强制性标准的情况；

（2）抽查涉及工程主体结构安全和主要使用功能的工程实体质量；

（3）抽查工程质量责任主体和质量检测等单位的工程质量行为；

（4）抽查主要建筑材料、建筑构配件的质量；

（5）对工程竣工验收进行监督；

（6）组织或者参与工程质量事故的调查处理；

（7）定期对本地区工程质量状况进行统计分析；

（8）依法对违法违规行为实施处罚。

1H420124 施工质量统计的分析方法及应用

一、质量数据分类

（一）按质量特性值的性质分类

通常质量数据都是由各个单体产品的质量特性值组成，根据数据的特点可分为计量数据和计数数据。

（二）按抽取样本的次数分类

按抽取样本的次数将抽样检验分为：一次抽样、二次抽样和多次抽样。

二、质量数据收集方法

质量数据是通过对产品的观察、测量、试验中获得的数据信息，是对质量检验和试验结果的记录。在质量管理中，主要通过“全数检验法”和“抽样检验法”获得质量数据。

（一）全数检验法

对所检测对象的全部个体逐一进行观察、测量、试验、记录，从而获得对检测对象总体质量水平的评价结论的方法。适用于对重要或特殊材料的检验，或对工程质量安全有重要影响过程的检验。

全数检验法的优点：结果相对比较可靠，风险较小并能提供大量的质量信息。

全数检验法的缺点：需要耗费大量的人力、物力、财力和时间；不能用于具有破坏性的检验和试验，具有一定的局限性。

（二）抽样检验法

按照随机抽样的原则，从全部检测对象中抽取部分个体组成样本，根据对样品的检测结果，推断检测对象的质量水平。抽样检验法又分为：简单随机抽样法、系统抽样法、分层抽样法和整群抽样法。适用于：破坏性检验、数量众多的产品检验、对流程性材料的检验和对检验批的检验。

抽样检验法的优点：具有充分的代表性；能节省人力、财力、物力和时间。

抽样检验法的缺点：存在误判的风险较大。

随机抽样检验存在两类错误和风险。抽样检验中我们有可能把质量合格的一批材料或工序当成不合格的对待、处理，这样犯了第Ⅰ类错误，称为“弃真”错误。我们还有可能把一批不合格的材料或工序当成合格的对待、处理，这样我们就犯了第Ⅱ类错误，称为“取伪”。

三、质量数据统计分析方法的应用

数据收集后需要进行整理分析，找出规律性、趋势性的东西。质量数据统计分析方法有很多，施工常用的有统计调查表法、分层法、排列图法和因果分析图法。

（一）统计调查表法

1. 统计调查表法

调查表也称检查表、核对表、统计表，是一种对数据进行收集、整理和粗略分析的统计图表。利用统计调查表收集数据，具有简便灵活、便于整理的优点。

2. 常用的统计调查表

主要有：不合格品项目调查表、质量数据分布调查表和矩阵调查表。

3. 调查表的应用程序

（1）明确收集数据和资料的目的；

(2)确定所收集数据的种类和范围;

(3)确定对资料和数据的统计、分析方法;

(4)确定分析方法和负责人;

(5)设计调查表的格式和内容、栏目;

(6)对数据进行检查审核、对比分析,找出主要问题。

例如,某大型立式钢制储罐制作过程中,针对顶圈壁板包边角钢煨制成型的质量问题进行了调查并绘制了调查表,见表 1H420124-1。根据调查表进行了质量问题统计,同时绘制了质量问题统计表,见表 1H420124-2。

储罐顶圈壁板包边角钢煨制成型质量情况调查表 表 1H420124-1

序号	包边角钢编号	检查点数	合格点数	不合格点数	合格率(%)	煨制成型及除锈质量不合格项					
						弧度变形	翘曲变形	拆除临时焊点后变形	立面凹凸变形	抛丸除锈变形	其他
1	G-01 号	90	73	17	81.11	8	5	1	1	1	1
2	G-02 号	90	76	14	84.44	7	5	0	1	1	0
3	G-04 号	90	77	13	85.56	5	5	1	1	1	0
4	G-08 号	90	74	16	82.22	7	5	1	1	1	1
5	G-10 号	90	77	13	85.56	6	5	1	0	0	1
6	G-11 号	90	80	10	88.89	6	3	1	0	0	0
	合计	540	457	83	84.63	39	28	5	4	4	3

检查人:××× 检查时间:××× 制表人:××× 制表日期:×××

储罐顶圈壁板包边角钢煨制成型质量问题统计表 表 1H420124-2

序号	质量问题	不合格频数(点)	累计频数(点)	频率(%)	累计频率(%)
1	弧度变形	39	39	46.99	46.99
2	翘曲变形	28	67	33.73	80.72
3	拆除临时焊点后变形	5	72	6.02	86.75
4	立面凹凸变形	4	76	4.82	91.57
5	抛丸除锈变形	4	80	4.82	96.39
6	其他	3	83	3.62	100.00
	合计	83	—	—	—

制表人:××× 制表日期:×××

从表中可以看出:“弧度变形”和“翘曲变形”两项占到累计频率的 80.72%,是储罐顶圈壁板包边角钢煨制成型的主要质量问题。

(二)分层法

1. 分层法

分层法也称分类法或分组法,是一种对数据进行分类、归类、整理、汇总和分析的方法,常用于归纳整理所收集的统计数据,把性质相同、在同一条件下收集的数据归并为一类,以便找出数据的统计规律的方法。分层法应用原则是:同一次的数据波动幅度要尽可

能小，层与层之间的差异尽可能大，否则起不到归类汇总的作用。

2. 常用的分层方法

主要分层方法包括：按施工班组或施工人员分层；按施工机械设备型号分层；按施工操作方法分层；按施工材料供应单位或供应时间分层；按施工时间或施工环境分层；按检查手段分层。

3. 分层法的应用程序

收集数据，确定分层方法，将数据按层归类，画分层归类图。

例如，在管道安装焊接中，所用焊材为两家企业生产的同规格、同牌号焊条，但不同的焊工抽查合格率存在较大差异，为了分析原因，对 3 名焊工焊接的 100 道焊口的焊接质量无损检测的结果进行统计，总计合格率达到 89%，获得的数据分别按施工人员和生产厂家进行分层，填入表 1H420124-3、表 1H420124-4 中。

按施工人员分层表 表 1H420124-3

焊工	接口焊接数	不合格数	不合格率（%）
甲	35	3	8.57
乙	35	5	14.29
丙	30	3	10.0
合计	100	11	11.0

按生产厂家分层表 表 1H420124-4

焊厂	接口焊接数	不合格数	不合格率（%）
A 厂	62	6	9.68
B 厂	38	5	13.16
合计	100	11	11.0

从两个列表分析可以看出，按人员分层表的 3 个焊工中，焊工甲的质量较好，不合格率为 8.57%。按厂家分层表中，A 厂好于 B 厂，但两个表不能反映每个焊工使用两个厂焊条的情况，需要进一步分析。

从组合分层表 1H420124-5 可以看出，在使用 A 厂焊条时，按焊工乙的方法施焊，合格率较高。使用 B 厂焊条时，按焊工甲的方法施焊，合格率较高。因此在安排施工时应针对不同厂家进行焊接方法的调整。

按施工人员、生产厂家组合分层表 表 1H420124-5

焊工	A 厂			B 厂			合计		
	焊口数	不合格数	不合格率（%）	焊口数	不合格数	不合格率（%）	焊口数	不合格数	不合格率（%）
甲	22	3	13.6	13	0	0	35	3	8.57
乙	21	1	4.76	14	4	28.57	35	5	14.29
丙	19	2	10.5	11	1	9.09	30	3	10.0
合计	62	6	9.67	38	5	13.16	100	11	11.0

（三）排列图法

1. 排列图

排列图又叫帕累托图法，通常是把影响质量而需要改进的项目从最重要到次要的顺序排列起来，从中找出“关键的少数”集中人、财、物力解决，忽略“次要的多数”以后处理，以求以最少的投入获得最大的质量改进效益。

2. 排列图结构形式

排列图由一个横坐标、两个纵坐标、几个按高低顺序排列的矩形和一条累计百分比折线组成。左侧的纵坐标是质量问题或缺陷的频数，右侧的纵坐标是质量问题或缺陷的累计百分比；横坐标代表质量项目或数据分段。矩形的宽度代表质量项目，高度代表该质量项目或该数据段的频数；折线是一条累积百分比折线，通常按累计频率划分为主要因素A类（0～80%）、次要因素B类（80%～90%）和一般因素C类（90%～100%）三类。

3. 排列图应用的一般步骤

（1）根据要解决的质量问题，选择进行质量分析的项目。

（2）根据质量分析的项目，选择进行质量分析的度量单位。

（3）选择进行质量分析的数据的间隔。

（4）画横坐标，按度量单位量值递减的顺序自左至右在横坐标上列出项目，量值较小的项目归并成“其他”项，放在最右端。

（5）画纵坐标，分别画出频数纵坐标和累计百分比纵坐标。

（6）根据每个项目的频数画出矩形。

（7）根据每个项目的累计频数画出帕累托曲线。

（8）对排列图进行进一步的分析，确定质量改进的“关键的少数项”。一般认为，累计频率在80%以内的项目属于A类因素，是主要的质量问题。

例如，某电气工程中的铜排安装质量检查分析中，铜排安装质量不合格点数统计表见表1H420124-6。铜排安装质量不合格点排列图见图1H420124-1。

铜排安装质量不合格点数统计表　表1H420124-6

序号	检查项目	不合格点数	频数	频率（%）	累计频率（%）
1	平整度	75	75	50.0	50.0
2	水平度	45	45	30.0	80.0
3	垂直度	15	15	10.0	90.0
4	标高	8	8	5.3	95.3
5	支架间距	4	4	2.7	98.0
6	其他	3	3	2.0	100.0
合计		150	150	100.0	

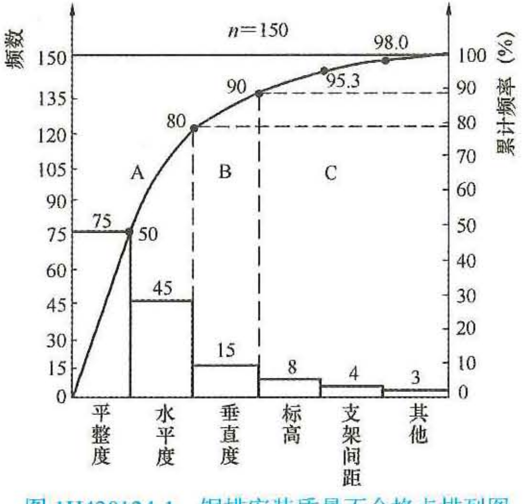


图1H420124-1　铜排安装质量不合格点排列图

由图1H420124-1可以看出，铜排安装质量不合格的主要问题是“平整度”“水平度”，两项占到累计频率的80%。

4. 排列图应用的注意事项

（1）利用排列图的目的是寻找“关键的少数项”，如找不到，则应重新考虑数据的分类或分层。

（2）找到的“关键少数项”，必须是现场有能力解决的，否则应重新分类、画图和寻找。

（3）频数较小的项目可以合并，放在“其他”栏内，这样可以缩短横坐标的长度，“其他”栏应放在最右边。

（4）确定了主要因素并采取了相应的措施后，为了检查实施效果，还要收集采取措施后的数据并画排列图。

（四）因果分析图法

1. 因果图

因果图也称石川图、鱼刺图、特性要因图，它表示质量特性波动与其潜在（隐含）原因的关系，即表达和分析原因关系的一种图表。应用因果图有利于找到问题症结的原因，然后对症下药，解决质量问题，因此因果图在质量管理活动中有着广泛的用途。

2. 因果分析图应用步骤

（1）明确因果图的结果（质量问题）。

（2）对导致结果的原因进行分类，规定其主要类别（人、机、料、法、环）。

（3）根据因果图的一般形式，画出因果图的主干部分，即画出结果和主要的原因类别。

（4）召开“诸葛亮会”，利用“头脑风暴法”对产生质量问题的原因进行层层分析，原因分析必须彻底和具有改进质量的可操作性，并将寻找到的各个层次的原因逐一画在相应的枝上。

（5）画图时要注意确定的主要质量问题不能笼统，一个主要质量问题只能画一张因果图，多个主要质量问题则应画多张因果图，因果图只能用于单一目标的分析。

（6）对分析出来的所有末端原因，都应到现场进行观察、测量、试验等，以确认主要原因。

（7）注意：对问题的原因分析不能无限制地进行，分析到能采取对策的地步就行。

例如，钢结构安装后，油漆表面出现大面积返锈现象，图 1H420124-2 所示为因果图分析结果。

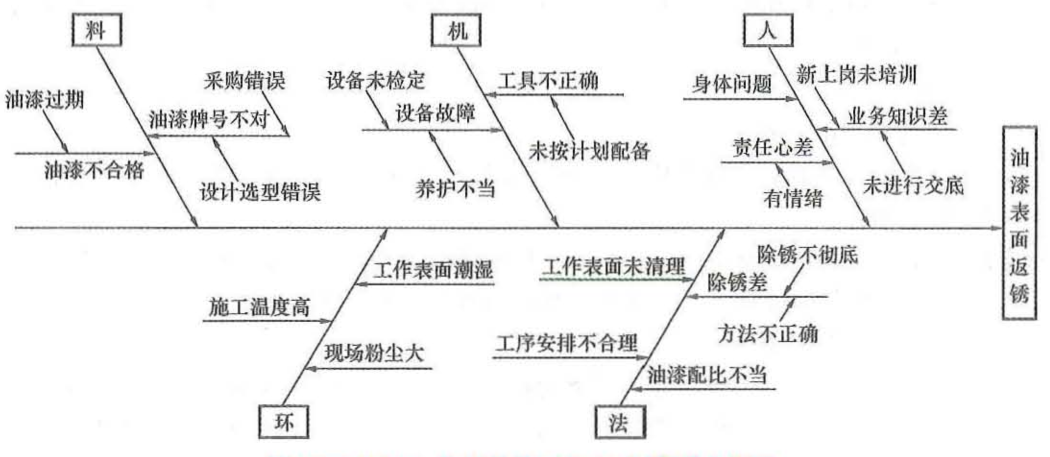


图 1H420124-2　钢结构油漆表面返锈因果分析图

1H420125 施工质量问题和事故的划分及处理

一、施工质量问题和质量事故的划分

（一）施工质量问题

1. 施工单位对施工中出现质量问题的建设工程或者竣工验收不合格的建设工程，应当负责返修。

2. 质量监督人员在检查中发现工程质量存在问题时，有权签发整改通知，责令限期改正；发现存在涉及结构安全和使用功能的严重质量缺陷、工程质量管理失控时，有权责令暂停施工或局部暂停施工等强制措施，以便立即改正；对发现结构质量隐患的工程有权责令进行检测，根据检测结构，要求建设单位整改。需要行政处罚的，由工程质量监督机构报政府委托部门查处。

（二）施工质量事故

1. 工程质量事故是指由于建设、勘察、设计、施工、监理等单位违反工程质量有关法律法规和工程建设标准，使工程产生结构安全、重要使用功能等方面的质量缺陷，造成人身伤亡或者重大经济损失的事故。

2. 根据工程质量事故造成的人员伤亡或者直接经济损失，工程质量事故分为 4 个等级。每个等级人员伤亡数量和直接经济损失额度基本等同于生产安全事故划分的 4 个等级，略不同之处为：一般质量事故规定了直接经济损失下限为 100 万元。

二、施工质量事故的调查处理

（一）质量事故报告制度

1. 工程质量事故

（1）发生施工质量事故后，事故现场有关人员应当立即向工程建设单位负责人报告。

（2）工程建设单位负责人接到报告后，应于 1 小时内向事故发生地县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门及有关部门报告。情况紧急时，事故现场有关人员可直接向事故发生地县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门报告。

2. 特种设备事故

特种设备事故发生后，事故发生单位应当立即启动事故应急预案，组织抢救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失，并及时向事故发生地县级以上特种设备安全监督管理部门和有关部门报告。

（二）施工质量事故调查

1. 工程质量事故调查

（1）发生质量事故后，建设单位（项目法人）、设计单位、施工单位、监理单位等应参与质量事故调查。

（2）房屋建筑和市政基础设施工程发生质量事故，住房和城乡建设主管部门应当按照有关人民政府的授权或委托，组织或参与事故调查组对事故进行调查。

2. 特种设备事故调查

（1）特别重大事故由国务院或者国务院授权有关部门组织事故调查组进行调查。

（2）重大事故由国务院特种设备安全监督管理部门会同有关部门组织事故调查组进行调查。

（3）较大事故由省、自治区、直辖市特种设备安全监督管理部门会同有关部门组织事故调查组进行调查。

（4）一般事故由设区的市的特种设备安全监督管理部门会同有关部门组织事故调查组进行调查。

（三）工程质量事故的处理

1. 工程质量事故处理

（1）住房和城乡建设主管部门应当依据有关人民政府对事故调查报告的批复和有关法律法规的规定，对事故相关责任者实施行政处罚。处罚权限不属本级住房和城乡建设主管部门的，应当在收到事故调查报告批复后 15 个工作日内，将事故调查报告（附具有关证据材料）、结案批复、本级住房和城乡建设主管部门对有关责任者的处理建议等转送有权限的住房和城乡建设主管部门。

（2）住房和城乡建设主管部门应当依据有关法律法规的规定，对事故负有责任的建设、勘察、设计、施工、监理等单位和施工图审查、质量检测等有关单位分别给予罚款、停业整顿、降低资质等级、吊销资质证书其中一项或多项处罚，对事故负有责任的注册执业人员分别给予罚款、停止执业、吊销执业资格证书、终身不予注册其中一项或多项处罚。

2. 特种设备事故处理

（1）事故调查报告应当由负责组织事故调查的特种设备安全监督管理部门的所在地人民政府批复，并报上一级特种设备安全监督管理部门备案。

（2）有关机关应当按照批复，依照法律、行政法规规定的权限和程序，对事故责任单位和有关人员进行行政处罚，对负有事故责任的国家工作人员进行处分。

（3）对事故发生负有责任的单位的主要负责人未依法履行职责，导致事故发生的，由特种设备安全监督管理部门依照下列规定处以罚款；属于国家工作人员的，并依法给予处分；触犯刑律的，依照刑法关于重大责任事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任：

1）发生一般事故的，处上一年年收入 30% 的罚款；

2）发生较大事故的，处上一年年收入 40% 的罚款；

3）发生重大事故的，处上一年年收入 60% 的罚款。

三、施工质量问题的调查处理

1. 施工质量问题调查处理程序

施工质量问题调查处理程序如图 1H420125-1 所示。

2. 质量问题调查

发现质量问题后，现场人员应及时通知项目部，项目部应迅速采取措施，通知有关单位和人员停止现场作业，对存在质量问题的产品进行标识、隔离和记录，并对质量问题展开调查。

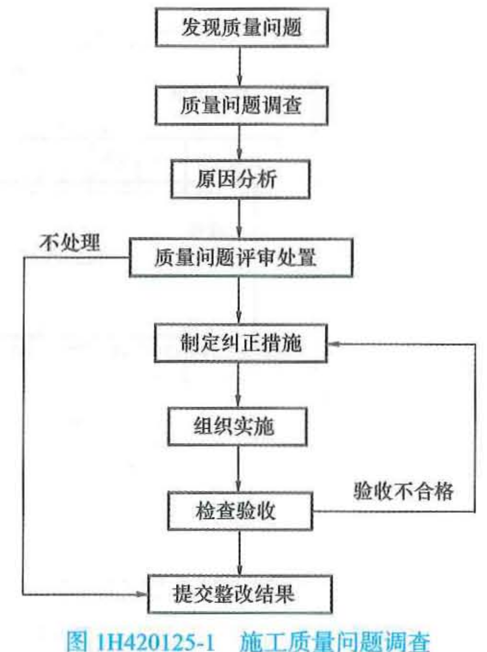


图 1H420125-1 施工质量问题调查处理程序图

质量问题调查的内容包括：质量问题发生的范围、部位、性质、影响程度、施工单位、施工人员等。项目应根据质量问题的性质和严重程度，向建设单位、监理单位和本单位管理部门进行报告，写出质量问题调查报告。

3. 质量问题原因分析

在充分进行现场调查的基础上，项目部应组织召开项目质量分析会，必要时可邀请建设、设计、监理等部门人员参加，对质量问题进行分析评审。原因分析要本着客观、公正的原则，从影响质量的因素人、机、料、法、环等方面逐项进行分析，找出造成质量问题的主要原因。

4. 质量问题处理

（1）根据质量问题的范围、性质、原因和影响程度，确定处置方案，例如：返工、返修、降级使用、不作处理、报废等。

（2）项目制定的处置方案应经建设单位、监理单位同意并批准。对于能够通过返工处理达到标准要求的，由项目针对产生质量问题的原因制定整改措施，明确整改方法、质量要求、整改时间和整改人员，整改完成后按原施工验收规范进行验收。

（3）对于需要进行返修处理的，必须经监理或建设单位代表批准，并商定接受标准。对于必须进行报废处理的，项目应制定拆除方案，明确拆除范围、拆除方法、防护措施、人员要求等，对重新制作的工程要制定质量预防措施。

【案例1H420120-1】

一、背景

某电力工程公司项目部承接了一个10kV变配电工程施工项目，10kV变配电工程位于某商务楼的地下二层，工程的主要设备见10kV变配电设备布置图（图1H420125-2）所示，变配电设备运行状态通过监控柜实施远程智能监控。

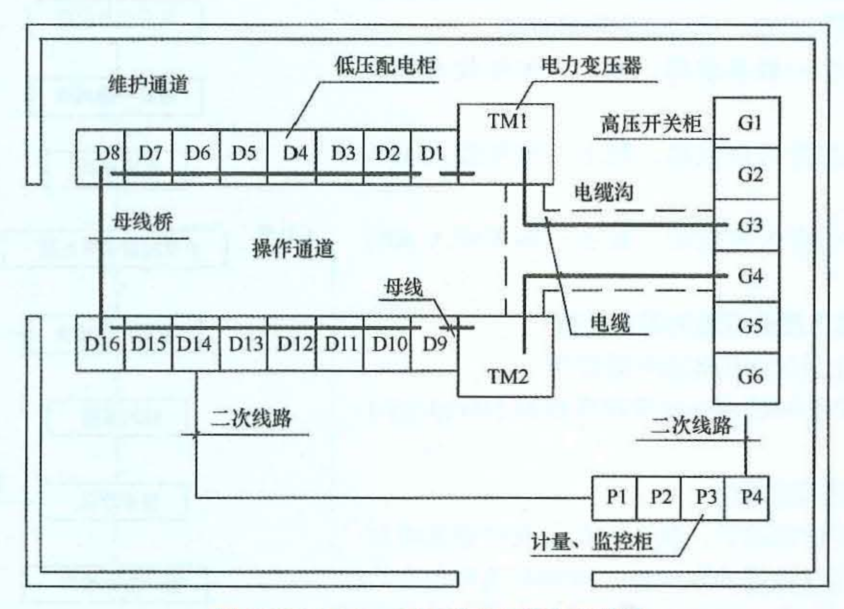


图1H420125-2 10kV变配电设备布置图

项目部依据验收规范和施工图编制了变配电工程的施工方案，设备的二次搬运采用卷扬机及滚杠滑移系统，二次搬运及安装程序是：高压开关柜→变压器→低压配电柜→计量、监控柜。方案中，项目部将开关柜、配电柜基础框架安装的水平度偏差设置为B级质量控制点，三相干式电力变压器等高压电器的交接试验设置为A级质量控制点，保证变配电设备施工质量达到验收规范要求。

进场后，因商务楼的原设计单位变更设计，造成高压开关柜比其他设备晚到现场，项目部改变了设备的二次搬运及安装程序：变压器→低压配电柜→计量、监控柜→高压开关柜。项目部对施工人员技术交底及时且正确，变配电设备检查、安装、绝缘测试、耐压试验及试运行合格，变配电系统检测达到远程智能监控要求，工程验收合格。项目部及时整理施工记录等技术资料，将完整的工程竣工档案移交给商务楼项目建设单位。

二、问题

1. 分别说明项目部将电力变压器交接试验设置为A级质量控制点和基础框架水平度偏差设置为B级质量控制点的理由。

2. 项目部改变设备二次搬运及安装程序是否可以，为什么？

3. 远程智能监控的变配电设备应检测哪些参数？

4. 本工程的竣工档案内容主要有哪些记录？

5. 在质量验收评定中相关记录表有哪些？

三、分析与参考答案

1. 项目部将电力变压器交接试验设置为A级质量控制点的理由是：电力变压器交接试验如果达不到规范要求，将影响变配电设备的安全运行和正常送电的使用功能；基础框架水平度偏差设置为B级质量控制点的理由是：基础框架水平度偏差超过规范规定，会影响下道工序质量——柜体安装质量。

2. 项目部改变设备二次搬运安装程序可以，因为双列布置的低压配电柜操作通道宽度按规范要求，都在2m以上，大于高压柜的宽度，所以高压开关柜可以从低压配电柜操作通道进入安装位置。

3. 远程智能监控的变配电设备应检测高、低压开关的运行状况和故障报警信号，电源及主供电回路的电流值、电压值显示，功率因数测量信号，电能计量信号，变压器超温报警信号。

4. 本工程的竣工档案内容主要有一般施工记录、图纸变更记录、设备质量检查及安装记录、施工试验记录和工程质量检验记录。

5. 在质量验收评定中相关记录表有：施工现场质量管理检查记录、分项工程质量检查记录、分部工程质量记录、单位工程质量控制资料检查记录。

【案例1H420120-2】

一、背景

某机电安装公司，通过竞标承担了某化工厂的设备、管道安装工程。该工程地处北方沿海地区，按照施工合同应该7月初开始进行安装，但前期由于工程招标、征地、设备采购等原因，致使安装工程到9月底才开工。施工单位为了兑现投标承诺，该公司通过质量策划，编制了施工组织设计和相应的施工方案，并建立了现场质量保证体系，制

定了检验试验卡，要求严格执行三检制。工程进入后期，为赶工期，采用加班加点办法加快管道施工进度，由此也造成了质量与进度的矛盾。

质量检查员在检查管排的施工质量时，发现ϕ89不锈钢管焊接变形过大，整条管道形成折线状，不得不拆除重新组对焊接，造成直接经济损失5600元。

该工程某车间内的管道材质包括20Cr8Ni9、15CrMo、16Mn等，班组领料时材料员按照材料计划进行发料，并在管端进行了涂色标记，但由于施工班组管理不善，在使用时还是发生了混料现象，不得不重新进行检验。

该工程进行压力管道施工时，有一种国外进口材料，施工单位此前从没有遇到过，由于工期较紧，项目部抽调2名技术较好的焊工进行相应练习后，就进行管道施焊。

二、问题

1. 三检制的自检、互检、专检责任范围应如何界定。不锈钢管道焊接发生质量问题是由哪个检验环节失控造成的？

2. 影响施工质量的因素有哪些？本工程的环境因素有哪些？造成不锈钢管焊接变形过大的因素是什么？

3. 质量预控方案一般包括哪些内容？针对该工程提出一项质量预控方案。

4. 本案例中材料混料问题出在哪个环节，为什么？

5. 压力管道施工中项目部的做法是否正确，应如何进行？

三、分析与参考答案

1. 一般情况下，原材料、半成品、成品的检验以专职检验人员为主，生产过程的各项作业的检验则以施工现场操作人员的自检、互检为主，专职检验人员巡回抽检为辅。不锈钢管道焊接发生质量问题出在自检和互检，在这两个环节上有失控。

2. 影响施工质量的因素有人、机（包括检验器具）、料、法、环、测六大因素；影响本工程的环境因素主要有工程技术环境、作业劳动环境、地理环境和气候环境等。造成不锈钢管焊接变形过大的主要因素是人和施工方法。

3. 质量预控方案一般包括：工序名称、可能出现的质量问题、提出质量预控措施等三部分内容。该工程的焊接质量预控方案：

（1）工序名称：室外管道焊接。

（2）可能出现的质量问题：由于人员技能水平、设备能力、施工方法造成的夹渣、未焊透缺陷；由于沿海地区冬期施工，室外焊接气温较低、有风影响，容易出现气孔、裂纹等缺陷，影响管道的焊接质量。

（3）质量预控措施：

1）选择有相应合格项目和焊接经验的焊工施焊。

2）控制管道打磨及坡口加工、管道组对质量，按焊接工艺评定和工艺卡施焊，合理安排施工次序。

3）选择合适的焊接设备。

4）对焊条按规定进行烘干，控制氩气纯度。

5）焊接施工前应采取搭设保护棚等防风措施。

6）采取管口预热、层间二次预热、缩短焊接工序间隔时间及焊后及时进行保温缓冷

等措施，控制低温影响。

4. 材料混料的问题出在材料标识上。首先材料员标识方法不正确，没有采取逐根通长的色标标识，留下了混料的隐患；其次，施工班组在下料使用时没有进行有效的标识移植，标识保护管理不当。

5. 压力管道施工中项目部的做法不正确，明显违反了规范要求。首先项目部应进行该材料的焊接工艺评定，确定焊接方法及技术参数，试件经试验合格后方可用于工程；其次是应组织焊工到具有该项考试资格的考试机构进行焊工考试，取得该项合格证后，方可进行焊接作业。

【案例1H420120-3】

一、背景

某施工单位承接了地铁工程的机电安装任务，工程内容包括：环控、消防、动照、空调及给水排水等系统的安装。按照合同约定施工工期为145天，原计划8月15日开工，但由于前期土建施工影响，致使安装工程实际开工时间为10月1日。进入11月份，各地相继出现重度雾霾，建设主管部门要求11月30日工程全部停工。第二年3月15日供暖期结束后，工程又恢复施工，但已按预定工期严重滞后，为此，建设单位提出必须加快施工进度，确保5月1日全线通车的目标，于是施工单位补充人员加班加点抢工期，4月下旬相关单位对工程进行了预验收，但由于抢工期原因，工程存在以下质量问题：

（1）在进行电气检验批验收时，发现某型号电缆没有进场检验报告，于是进行了重新取样送检，经权威机构检测该批电缆芯径低于设计要求，为不合格电缆，据统计该规格电缆共有5000m，价值150万元。

（2）在进行消防验收时，消防部门对风管穿越低压配电室防火墙处的封堵情况及防火阀安装提出异议，并下达整改通知单，风管穿墙安装如图1H420125-3所示。

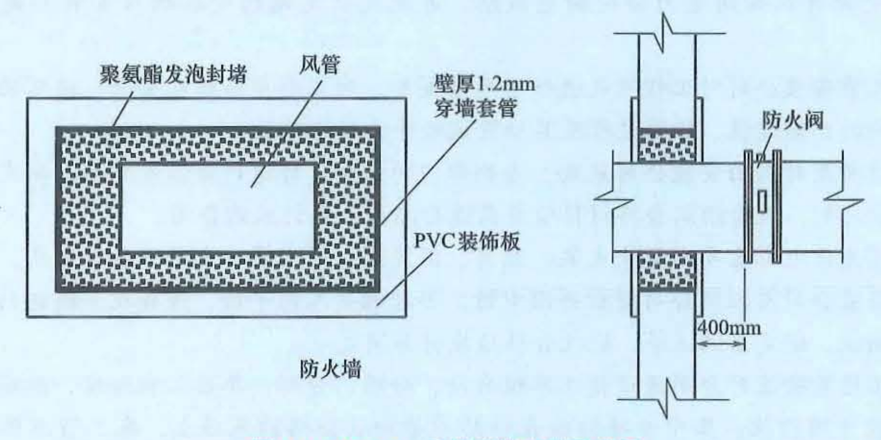


图 1H420125-3 风管穿墙安装示意图

（3）VAV空调风管的工作压力为300Pa，采用橡塑保温，保温完成后进行吊顶施工。

二、问题

1. 这批电缆应如何处置？是否构成质量事故，等级如何确定？

2. 风管穿墙部位安装存在哪些问题?

3. 吊顶中风管安装应进行哪些检验和试验?

4. 简述 VAV 空调系统及其优点。

三、分析与参考答案

1. 这批电缆属于不合格品，截面不够直接影响使用安全，必须更换，不可能通过返修、返工、让步接收和降级使用来处置。由于不含施工费用，经济损失已经超过 100 万元，故属于一般质量事故。

2. 风管穿墙部位安装存在的问题:

(1) 风管穿墙套管厚度应不小于 1.6mm，而安装套管厚度只有 1.2mm。

(2) 穿墙封堵材料应为不燃材料，而施工中的聚氨酯及 PVC 装饰板，均为可燃材料。

(3) 防火阀与防火墙距离应不大于 200mm，而实际安装距离为 400mm。

3. 风管安装后应进行漏风试验、橡塑耐火等级检验、保温前的隐蔽验收、吊顶前隐蔽验收和风量检测试验等。

4. VAV 空调（变风量空调系统）是一种通过改变送风量来调节室内温湿度的全空气空调系统。优点：全空气系统，以新风作冷源，改善空气质量，不产生冷凝水，系统噪声低，不会出现过冷或过热现象，节能，可实现智能控制，初期投资少，维修量小，寿命长。

【案例1H420120-4】

一、背景

安装公司中标北方某市建筑面积 9800m^2 新建大型商场建筑机电安装工程（PC 模式），该地区冬季寒冷，冻土层厚度 1.5m。工程内容包括：建筑消防工程、建筑电气工程、建筑智能化工程等。为充分利用资源，屋顶建设 1800kW 分布式光伏电站，光伏发电全部并入国网电力公司输电线路，并把光伏电站的安装纳入安装公司的施工范围。

开工前安装公司对工程项目进行了质量策划，对工程中与结构安全、使用功能产生重要影响的关键过程、特殊过程及其检验试验等进行了确认。

工程所用材料由安装公司采购，采购部门对采购工作进行详细策划后，制定采购计划和询价计划，及时组织合格材料供应商进行招标，签订采购合同。

屋顶光伏电站主要由光伏支架、组件、汇流箱、逆变器、电气设备等组成，在电站安装前安装公司与国网公司提出并网申请，办理相关入网手续，设备及系统进行了光伏组件串测试、逆变器调试等，验收合格后按时并网发电。

施工质量验收时分别通过施工单位自检，分项、分部、单位工程验收，隐蔽工程验收，工程专项验收；其中专项验收在分层质量验收合格的基础上，在工程总体验收前进行。

室外接地装置按图 1H420125-4 设置，人工接地体与商场基础的水平距离为 0.8m，在工程隐蔽验收时被监理工程师要求整改。

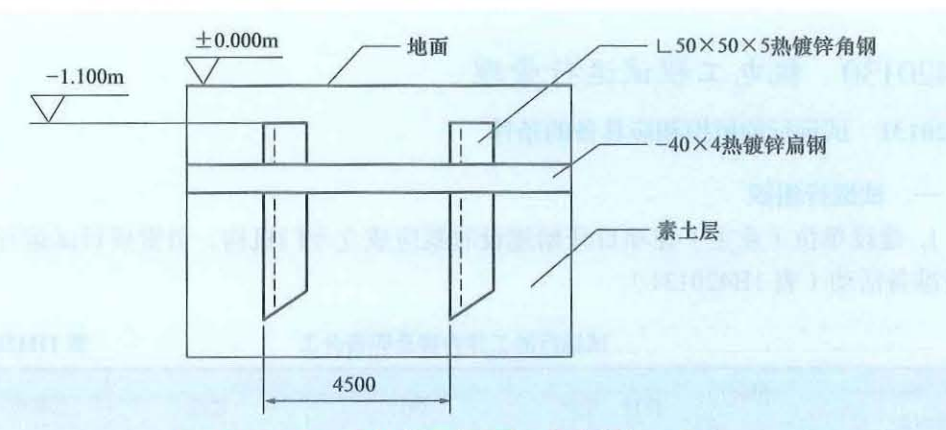


图 1H420125-4 接地装置断面图（尺寸单位：mm）

地下车库为独立的防排烟系统，防排烟风机安装在混凝土基础上，为防止风机运转时产生振动，使用橡胶垫减振，防排烟风机与风管采用不燃材料制作的柔性短管连接。

二、问题

1. 质量策划主要项目中特殊过程确认的关键是什么？

2. 材料采购合同的履行环节包括哪些内容？

3. 补全光伏设备及系统调试内容。

4. 施工质量验收中工程专项验收包括哪些内容？

5. 监理工程师要求接地装置整改的原因是什么？说明正确做法。

6. 防排烟风机减振方式、风机与风管连接形式是否正确？分别说明理由。

三、分析与参考答案

1. 质量策划主要项目中特殊过程确认的关键是确保风险预防和风险控制。

2. 材料采购合同的履行环节包括：产品的交付、交货检验的依据、产品数量的验收、产品的质量检验、采购合同的变更等。

3. 光伏设备及系统调试内容还包括：跟踪系统调试、二次系统调试、其他电气设备调试。

4. 工程专项验收包括：消防验收、环境保护验收、工程档案验收、建筑防雷验收、建筑节能专项验收、安全验收和规划验收等。

5. 监理工程师要求接地装置整改的原因：（1）接地装置顶面埋设在冻土层以上。（2）接地极间距小于 5m。（3）人工接地体与商场基础之间的水平距离小于 1m。

接地装置敷设的要求：（1）接地装置顶面埋设深度不应小于 0.6m，且应在冻土层以下。（2）圆钢、角钢、钢管、铜棒、铜排等接地极应垂直埋入地下，间距不应小于 5m。（3）人工接地体与建筑物的外墙或基础之间的水平距离不宜小于 1m。

6. 防排烟风机减振方式不正确。理由：防排烟风机应设在混凝土或钢架基础上，且不应设置减振装置。

风机与风管连接形式不正确。理由：防排烟风机与风管的连接宜采用法兰连接，当风机仅用于防、排烟时，不宜采用柔性连接；若防、排烟与排风或补风系统兼用时，风机与风管应采用不燃材料的柔性短管连接。

1H420130 机电工程试运行管理

1H420131 试运行的组织和应具备的条件

一、试运行组织

1. 建设单位（业主）在项目开始建设时就应成立专门机构，负责项目试运行和生产运行准备活动（表 1H420131）。

试运行的工作内容及职责分工　　表 1H420131

工作内容 \ 单位	建设 / 生产	设计	监理	总承包 / 施工
水、电、油等物资供应	★			
单体试运行	○	○	○	★
联动试运行	★	○	○	○
负荷试运行	★	○	○	○

注："★"表示负责组织实施，"○"表示参与配合实施。

2. 单体试运行、联动试运行和负荷试运行阶段所需的水、电、气、蒸汽、原料、燃料、易损备件、各种化学品和润滑油脂等物资，应由建设单位（业主）负责供应。当合同另有规定时，应按合同规定执行。

3. 项目各装置的联动试运行阶段和负荷试运行阶段均应由建设单位（业主）负责组织和指挥。当合同另有规定时，应按合同规定执行。

二、试运行前应具备的条件

1. 中间验收合格

设备及其附属装置、管路、管线系统等均应全部施工完毕。施工记录及资料应齐全，符合要求。其中设备的清洗、检查、隐蔽、精平和几何精度经检验合格；管路、管线系统检查合格；润滑、液压、冷却、水、气（汽）、电气（自动化仪表）控制等附属装置均应按系统检验合格，并应符合试运行要求。

2. 资源条件满足

（1）试运行需要的能源、介质、润滑油脂、材料、工机具、检测仪器、安全防护设施及用具等均应符合试运行的要求。

（2）设备及周围环境应清扫干净，设备附近不得进行粉尘或噪声较大的作业。

（3）消防道路畅通，消防设施的配置应符合要求。

3. 技术组织工作已完成

（1）试运行方案、应急预案已编制并经批准。

（2）试运行组织已建立，分工明确，责任清楚。

（3）参加试运行的人员应熟悉设备的构造、性能和设备的技术文件；熟悉试运行方案，掌握操作规程及试运行的具体步骤和操作方法。例如，换热器在试运行前应完成下列工作：

1）应查阅图纸有无特殊要求和说明，铭牌有无特殊标志。例如，管板是否按压差设

计、对试运行程序有无特殊要求等。

2）试运行前应清洗整个系统，并在入口接管处设置过滤网。系统中如无旁路，试运行时应增设临时旁路。

3）开启放气口，使流体充满设备。

4）当介质为蒸汽时，试运行前应排空残液，以免形成水击。有腐蚀性的介质时，试运行后应将残存介质排净。

5）试运行过程中，应缓慢升温和降温，避免造成压差过大和热冲击。

4. 试运行现场安全、文明施工主要检查内容有：

（1）消防和生产电梯已验收合格，临时消防器材准备充足且摆放正确。

（2）电缆和盘柜防火封堵合格。

（3）现场脚手架已拆除，道路畅通，沟道和盖板齐全，楼梯和步道扶手、栏杆齐全且符合安全要求。

（4）保温和油漆完整，现场整洁。

（5）试运行区域与运行或施工区域已安全隔离。

（6）安全和治安保卫人员已上岗到位。

（7）现场通信设备通信正常。

三、试运行前应完成的主要工作

1. 施工质量验收合格

（1）设备及其附属装置安装及内部处理的全部工作已完成，并经有关单位检查确认。

（2）管道系统。管道系统安装及检验试验的全部工作已完成，并经有关单位检查确认。

（3）电气系统。总变电站、变配电所、电动机受电及空载运行的全部工作已完成，供、配电系统正常运行，工作照明、事故照明和局部照明投用，并经有关单位检查确认。

（4）控制系统、自动控制系统调节器有关参数的计算和预置的全部工作已完成，设计文件和规范规定的安装调试的全部工作已完成，经有关部门检查确认。

2. 施工过程技术资料齐全

（1）相关资料及文件齐全，手续完备。

（2）试运行方案已批准，参加试运行人员培训考试合格，持证上岗，掌握操作要领和事故处理方法。

（3）试运行前必须建立 HSE 及消防管理机构、各种规章制度，安全操作所需工器具齐备、消防设施已齐全。

1H420132 单体试运行要求与实施

一、单体试运行的主要范围及要求

1. 主要范围

单体试运行的主要范围包括：驱动装置、传动装置或单台动设备（机组）及其辅助系统（如电气系统、润滑系统、液压系统、气动系统、冷却系统、加热系统、监测系统等）和控制系统（如设备启停、换向、速度等自动化仪表就地控制、计算机 PLC 程序远程控制、联锁、报警系统等）安装结束后均要进行单体试运行。

2. 要求

单体试运行主要考核单台动设备的机械性能，检验动设备的制造、安装质量和设备性能等是否符合规范和设计要求。

二、单体试运行前必须具备的条件

1. 单体试运行责任已明确

单体试运行时，建设单位、设计单位、总承包单位、施工单位责任分工已明确。

2. 有关分项工程验收合格

动设备及其附属装置、管线已按设计文件的内容和有关规范的质量标准全部安装完毕并验收合格。

3. 施工过程资料应齐全，主要包括：

（1）产品合格证书或复验报告。

（2）施工记录、隐蔽工程记录和各种检验、试验合格文件。

（3）与单体试运行相关的电气和仪表调校合格资料。

4. 资源条件已满足

试运行所需要的动力、介质、材料、机具、检测仪器等符合试运行的要求并确有保证。

（1）润滑、液压、冷却、水、气（汽）和电气等系统符合系统单独调试和主机联合调试的要求。

（2）对人身或机械设备可能造成损伤的部位，相应的安全设施和安全防护装置设置完善。

（3）试运行方案已经批准。

（4）试运行组织已经建立，操作人员经培训、考试合格，熟悉试运行方案和操作规程，能正确操作。记录表格齐全。

（5）试运行动设备周围的环境清扫干净，不应有粉尘和较大的噪声。

三、常用机电设备单体试运行

1. 单体试运行后应处理的事项

（1）切断电源和其他动力源。

（2）放气、排水、排污和涂油防锈。

（3）对蓄势器和蓄势腔及机械设备内剩余压力应泄压。

（4）空负荷试运转后，应对润滑剂的清洁度进行检查，清洗过滤器；必要时更换新的润滑剂。

（5）拆除试运转中的临时装置或恢复临时拆卸的设备部件及附属装置。

（6）清理和清扫现场，将机械设备盖上防护罩。

（7）整理试运转各项记录。

2. 风机、压缩机、泵、起重机和输送设备试运转

（1）风机试运转

1）轴承箱和油箱应经清洗洁净，检查合格后，加注润滑油；加注润滑油的规格、数量应符合随机技术文件的规定；电动机、汽轮机和尾气透平机等驱动机器的转向应符合随机技术文件的要求；盘动风机转子，不得有摩擦和碰刮；润滑系统和液压控制系统工作应

正常；冷却水系统供水应正常。

2）风机的安全和联锁报警与停机控制系统模拟试验要求：冷却系统压力不应低于规定的最低值；润滑油的油位和压力不应低于规定的最低值；轴承的温度和温升不应高于规定的最高值；轴承的振动速度有效值或峰－峰值不应超过规定值；喘振报警和气体释放装置应灵敏、正确、可靠；风机运转速度不应超过规定的最高速度；机组各辅助设备应按随机技术文件的规定进行单机试运转，且应合格；风机传动装置的外露部分、直接通大气的进口，其防护罩（网）应安装完毕；风机的进气管和与其连接的有关设备应清扫洁净。

（2）压缩机试运转

1）空负荷试运转，应检查盘车装置处于压缩机启动所要求的位置；点动压缩机，在检查各部位无异常现象后，依次运转 5min、30min 和 2h 以上，运转中润滑油压不得小于 0.1MPa，曲轴箱或机身内润滑油的温度不应高于 70℃，各运动部件无异常声响，各紧固件无松动。

2）空气负荷试运转，升压运转的程序、压力和运转时间应符合随机技术文件的规定，文件无规定，在排气压力为额定压力的 1/4 时应连续运转 1h；排气压力为额定压力的 1/2 和 3/4 时应连续运转 2h；在额定压力下连续运转不应小于 3h。升压运转过程中，应在前一级压力下运转无异常现象后再将压力逐渐升高。在运转过程中润滑油压不得低于 0.1MPa，曲轴箱或机身内润滑油的温度不应高于 70℃，其中氧气压缩机不应高于 60℃。

3）空气负荷单机试运行后，应排除气路和气罐中的剩余压力，清洗油过滤器和更换润滑油，排除进气管及冷凝收集器和气缸及管路中的冷凝液；需检查曲轴箱时，应在停机 15min 后再打开曲轴箱。

（3）泵单机试运转

1）泵在额定工况下连续运转的时间应不少于表 1H420132-1 的规定。

泵在额定工况下连续运转时间　　表 1H420132-1

泵的轴功率（kW）	＜50	50～100	100～400	＞400
连续试运转时间（min）	30	60	90	120

2）离心泵试运转时，机械密封的泄漏量不应大于 5mL/h，高压锅炉给水泵机械密封的泄漏量不应大于 10mL/h；填料密封的泄漏量不应大于表 1H420132-2 的规定，且温升应正常，泵的振动值符合规定。

填料密封的泄漏量　　表 1H420132-2

设计流量（m^3/h）	≤50	＞50～100	＞100～300	＞300～1000	＞1000
泄漏量（mL/min）	15	20	30	40	60

3）离心泵试运转后，应关闭泵的入口阀门，待泵冷却后再依次关闭附属系统的阀门；输送易结晶、凝固、沉淀等介质的泵，停泵后应防止堵塞，并及时用清水或其他介质冲洗泵和管道；放净泵内积存的液体。

（4）起重机试运转

电动葫芦、梁式起重机、桥式起重机、门式起重机和悬臂式起重机安装工程施工完毕，应连续进行空载、静载、动载试运转，合格后应办理工程验收手续。当条件限制不能

连续进行静载、动载试运转时，空载试运转符合要求后，亦可办理工程验收手续。

（5）输送设备试运转

1）空负荷试运转：驱动装置运行应平稳；链条传动的链轮与链条应啮合良好、运行平稳、无卡阻现象；所有滚轮和行走轮在轨道上应接触良好、运行平稳；运动部分与壳体不应有摩擦和撞击现象；减速器油温和轴承温升不应超过随机技术文件的规定，润滑和密封应良好；空负荷试运转的时间不应少于1h，且不应少于2个循环；可变速输送设备最高速空负荷试运转时间不应少于全部试运转时间的60%。

2）负荷试运转：数台输送机联合试运转时，应按物料输送反方向顺序启动设备；负荷应按随机技术文件规定的程序和方法逐渐增加，直到额定负荷为止；额定负荷下连续运转时间不应少于1h，且不应少于1个工作循环；各运动部分的运行应平稳，无晃动和异常现象；润滑油温和轴承温度不应超过随机技术文件的规定；安全联锁保护装置和操作及控制系统应灵敏、正确、可靠；停车前应先停止加料，且应待输送机卸料口无物料卸出后停车；当数台输送机联合运转时，其停车顺序应与启动顺序方向相反。

四、单体试运行安全技术措施

1. 安全措施

（1）划定试运行区域，无关人员不得进入。

（2）单体试运行必须包括保护性联锁和报警等自控装置。

2. 工艺技术措施

（1）机械设备试运行前，应先完成所涉及的电气和操作控制系统调试、润滑系统调试、液压系统调试、气动和冷却系统调试、加热系统调试、机械设备动作试验。

（2）试运行系统与其他系统需要隔离时，应设置盲板。

（3）必须按照设备说明书、试运行方案和操作方法进行指挥和操作，严禁违章操作，防止事故的发生。

（4）指定专人进行测试，做好记录。

五、中间交接

（一）验收、交接

1. 验收组织

（1）承包单位应根据设计文件及有关国家标准规范的要求组织自检自改，在自查合格的基础上，向建设单位提出中间交接申请。

（2）监理单位组织专业监理工程师对工程进行全面检查，核实是否达到中间交接条件；经检查达到中间交接条件后，总监理工程师在中间交接申请书上签字。

（3）承包方把审查的技术资料和管理文件汇总整理。

（4）建设单位生产管理部门确认下列情况：

1）工艺、动力管道耐压试验和系统吹扫情况；

2）静设备无损检测、强度试验和清扫情况；

3）确认动设备单体试运行情况；

4）确认大型机组试运行和联锁保护情况；

5）确认电气、仪表的联校情况，确认装置区临时设施的清理情况。

（5）建设单位安全管理部门确认装置区环境的安全状况。

（6）监理公司核查“三查四定”完成情况。

（7）建设单位施工管理部门组织施工、监理、设计及项目其他职能部门召开中间交接会议，并分别在中间交接书上签字。

2. 中间交接应具备的条件

（1）工程已按合同所约定的内容施工完成。

（2）工程质量初评合格。

（3）管道试压、吹扫、清洗完成。

（4）静设备强度试验、清扫完成。

（5）动设备单体试运行合格。

（6）电气、仪表调试合格。

（7）装置区施工临时设施已拆除，竖向工程施工完，防腐、保温基本完成。

（8）对试运行有影响的设计变更和工程尾项已处理完，其他未完项目的责任已明确。

（9）施工现场工完、料净、场地清。施工过程技术资料和管理资料整理齐全。

3. 中间交接的内容

（1）按设计内容对工程实物量核实交接。

（2）工程质量的初评资料及有关调试记录的交审与验证。

（3）安装专用工具和剩余随机备件、材料的交接。

（4）工程尾项清理及完成时间的确认。

（5）随机技术资料的交接。

（二）保管

1. 中间交接前的保管

中间交接前，承包商应对合同范围工程实体、施工过程技术文件等妥善保管，并有可行有效的成果保护措施。

2. 中间交接后的保管

中间交接后的单项或装置应由建设单位或承担试运行的合同主体负责保管、使用、维护，但不应解除施工方的施工责任，遗留的施工问题仍由施工方解决，并应按期限完成。

1H420133 联动试运行的条件与要求

一、联动试运行的主要范围及目的

1. 主要范围

单台设备（机组）或成套生产线及其辅助设施包括管路系统、电气系统、润滑系统、液压系统、气动系统、冷却系统、加热系统、自动控制系统、联锁系统、报警系统等。

2. 目的

主要考核联动机组或整条生产线的电气联锁，检验设备全部性能和制造、安装质量是否符合规范和设计要求。

二、联动试运行前必须具备的条件

1. 单位工程质量验收合格

（1）中间交接已完成

1）“三查四定”（三查：查设计漏项、查未完工程、查工程质量隐患；四定：对查出

的问题定任务、定人员、定时间、定措施）的问题整改消缺完毕，遗留的尾项已处理完。

2）影响投料的设计变更项目已施工完。

3）现场清洁，施工用临时设施已全部拆除，无杂物，无障碍。

（2）质量验收合格

试运行范围内的工程已按设计文件规定的内容全部建成并按施工验收规范的标准检验合格。

2. 单体试运行全部合格

试运行范围内的设备，除必须留待投料试运行阶段进行试车外，单体试运行已全部完成并合格。

3. 工艺系统试验合格

（1）试运行范围内的设备和管道系统的内部处理及耐压试验、严密性试验已经全部合格。

（2）试运行范围内的电气系统和仪表装置的检测系统、自动控制系统、联锁及报警系统等符合规范规定。

4. 管理要求已完善

（1）试运行方案和生产操作规程已经批准。

（2）工厂的生产管理机构已经建立，各级岗位责任制已经制定，有关生产记录报表已配备。

（3）试运行组织已经建立，参加试运行人员已通过安全生产考试。

（4）试运行方案中规定的工艺指标、报警及联锁整定值已确认并下达。

5. 资源条件已满足

（1）试运行现场有碍安全的设备、场地、走道处的杂物，均已清理干净。

（2）试运行所需燃料、水、电、气（汽）等可以确保稳定供应，各种物资和测试仪表、工具皆已齐备。

6. 准备工作已完成

（1）完成联动试运行范围内工程的中间交接。

（2）编制、审定试运行方案和应急预案。

（3）按设计文件要求加注试运行用润滑油（脂）。

（4）机器入口处按规定装设过滤网（器）。

（5）准备能源、介质、材料、工机具、检测仪器等。

（6）布置必要的安全防护设施和消防器材。

三、联动试运行应符合的规定和标准

1. 联动试运行应符合的规定

（1）必须按照试运行方案及操作规程精心指挥和操作。

（2）试运行人员必须按建制上岗，服从统一指挥。

（3）不受工艺条件影响的仪表、保护性联锁及报警系统皆应参与试运行，并应逐步投用自动控制系统。

（4）联动试运行前应划定试运行区域，无关人员不得进入。

（5）联动试运行应按试运行方案的规定认真做好记录。

2. 联动试运行应达到的标准

(1) 试运行系统应按设计要求全面投运，首尾衔接稳定，连续运行并达到规定时间。

(2) 参加试运行的人员应掌握开车、停车、事故处理和调整工艺条件的技术。

(3) 在联动试运行后，参加试运行的有关单位、部门对联动试运行结果进行分析并评定合格后，填写联动试运行合格证书。

1H420134 负荷试运行的条件与要求

一、负荷试运行前应具备的条件

1. 联动试运行已完成

(1) 设备处于完好备用状态，管道介质名称、流向标识齐全。

(2) 机器、设备及主要的阀门、仪表、电气皆已标明了位号和名称。

(3) 仪表、仪器经调试具备使用条件，联锁调校完毕，准确可靠。

(4) 岗位用工器具已配齐。

2. 制度和技术文件已完善

(1) 各项生产管理制度已落实、岗位分工明确，各工种人员岗前培训合格，已掌握要领，会排除故障。

(2) 经批准的负荷试运行方案已向生产人员交底，事故处理应急方案已经制定并落实。

3. 资源条件已具备

(1) 保运工作已落实，备品备件齐全，供排水、供电、仪表控制已平稳、正常运行。

(2) 原材料、燃料、化学药品、润滑油（脂）等，已按设计文件和试运行方案规定的规格数量准备齐全，并能确保连续稳定供应。

(3) 环保、安全、消防、急救系统已完善，现场保卫、生活后勤服务已落实。

(4) 通信联络系统、储运系统、运销系统、生产调度系统运行正常可靠。试运行指导人员和专家已到现场。

二、负荷试运行的要求

1. 负荷试运行应符合的规定

(1) 负荷试运行方案由建设单位组织生产部门和设计单位、总承包 / 施工单位共同编制，由建设单位生产部门负责指挥和操作。合同另有规定时，按合同规定执行。

(2) 负荷试运行必须统一指挥，严禁越级指挥，参加负荷试运行人员必须遵守各项纪律和有关制度，无证人员不得进入试运行区。

(3) 安全联锁装置必须按设计文件的规定投用。因故停用时应经授权人批准，记录在案，限期恢复，停用期间应派专人进行监护。

(4) 必须按负荷试运行方案规定进行操作，循序渐进，实行监护操作制度。

(5) 岗位操作人员应和仪表、电气、机械人员保持密切联系。总控人员应和其他岗位操作人员密切配合、紧密合作。

(6) 必须按负荷试运行方案的规定和试运行的需要测定数据，做好记录。

2. 负荷试运行应符合的标准

(1) 生产装置连续运行，生产出合格产品，一次投料负荷试运行成功。

(2) 负荷试运行的主要控制点正点到达。

（3）不发生重大设备、操作、人身事故，不发生火灾和爆炸事故。

（4）环保设施做到“三同时”，不污染环境。

（5）负荷试运行不得超过试车预算，经济效益好。

三、工程竣工验收

项目完成后，承包人应自行组织有关人员进行检查评定，合格后向发包人提交工程竣工报告。规模小且比较简单的，可进行一次性项目竣工验收；规模较大且比较复杂的项目，可以分阶段验收。有关承发包当事人应在《工程竣工验收报告》签署验收意见，签名并盖单位公章。

四、工程移交

工程进行投料试车产出合格产品，并经过合同规定的性能考核期后，由总承包单位和建设单位签订《工程交接证书》，作为工程移交的凭据。它标志着合同施工任务的全部完成，工程正式移交建设单位。“工程质量接收意见”栏由建设单位依据设计文件、合同规定的施工内容和试车情况阐明接收意见；“工程质量监督意见”栏内，可根据项目所在地具体情况填写，内容为监督单位工程质量的结论评语。

【案例1H420130-1】

一、背景

某化工余热锅炉发电装置经业主公开招标，由具有相应资质的A公司中标施工总承包，B公司中标工程监理。A公司征得业主同意，把循环流化床气化机组（提供工业锅炉燃气）安装工程分包给C公司，工程内容包括：原料系统、煤气分离冷却除尘系统、送风系统、供水系统、煤气和水蒸气工艺管道系统、排灰系统。

A公司协调C公司在分部分项工程验收合格的基础上，完成了鼓风机、输煤机等设备单体试运行，并及时组织了验收。循环流化床气化机组验收时，B公司进行“三查四定”情况的核查，要求C公司对“三查四定”存在的问题进行整改。

单体试运行合格后，业主组织施工、监理、设计及项目其他职能部门召开中间交接会议，并分别在中间交接书上签字。

联动试运行过程中，A公司已经办理中间交接手续的一条合金钢管道有两处焊口泄漏，联动试运行被迫暂停。经检查和查阅施工资料，确认管道泄漏是施工质量问题。业主要求A公司在限期内整改。

二、问题

1. 单体试运行的目的是什么？

2. 鼓风机单机试运行前应具备哪些条件？

3. C公司分包的工程范围内哪些属于特种设备安装？

4. B公司核查的“三查四定”包括哪些内容？

5. 已办理中间交接手续中的合金钢管道，在联动试运行中发现的质量问题应由谁承担责任？说明理由。

三、分析与参考答案

1. 单体试运行主要考核：单台设备的机械性能，检验设备的制造、安装质量和设备性能等是否符合规范和设计要求。

2. 鼓风机单机试运行前应具备下列条件：

（1）试车方案已批准，并在实施前进行了技术交底。

（2）分项工程验收合格。

（3）电气、水冷等附属系统调试合格。

（4）试运行组织已经建立，操作人员经培训、考试合格，熟悉试运行方案和操作规程，能正确操作。

（5）鼓风机周围的环境清扫干净，记录表格齐全。

3. C公司分包的工程范围内循环流化床气化炉、余热锅炉、煤气和水蒸气管道安装属于特种设备安装。

4. B公司核查的“三查四定”内容包括：

三查：查设计漏项、查未完工程、查工程质量隐患。

四定：对查出的问题定任务、定人员、定时间、定措施。

5. 合金钢管道焊口泄漏的施工质量责任由施工单位承担。

理由：中间交接不解除施工单位对工程质量、交工验收应负的责任，且质量责任是终身制。经检查和查阅施工资料，确认管道泄漏是施工质量问题，因此该质量问题应由施工单位负责并在限期内整改。

【案例1H420130-2】

一、背景

A总承包单位将一大型写字楼的通风空调工程分包给B安装单位，工程内容包括：风系统、水系统和冷热（媒）系统。该工程的风冷式热泵机组、水泵、吸顶式新风空调机组、风机盘管和排风机等设备均由业主采购，电气系统由A单位施工。

通风空调设备安装完工后，在A单位的配合下，B单位对通风空调的风系统、水系统和冷热（媒）系统进行了系统调试。调试人员在风机盘管、新风机和排风机单机试车合格后，用热球风速仪对各风口进行测定与调整及其他内容的调试。系统调试在考核防排烟系统的风量与正压、空调系统的室内气流速度等全部数据达到设计要求后，通风空调工程在夏季做了带冷源的试运转，并通过竣工验收。

写字楼投用后，在建设单位负责下，通风空调工程进行了带负荷综合效能试验与调整。进入冬季后B单位及时进行回访，对通风空调工程进行季节性测试调整。发现个别办公室风口的新风量只有$58m^3/(h \cdot p)$［设计要求是$80m^3/(h \cdot p)$］，经过重新调整测试，达到了设计要求。另有个别办公室的风机盘管噪声达到48dB（设计要求是40dB），经检查，是风机盘管轴心偏移，通过设备生产厂家调换设备，噪声达到要求。

二、问题

1. 通风空调工程调试包括哪些内容？由哪些单位完成？

2. 水系统阀门安装前检查有何要求？

3. 系统调试还应主要考核哪些参数？

4. 通风空调在冬季测试时发生质量问题的原因是什么？如何处理？

5. 维修风机盘管和风量调整各发生了哪些主要费用？应由谁承担？

三、分析与参考答案

1. 通风空调工程安装完毕，必须进行系统的测定和调整（简称调试），系统调试包括设备单机试运转及调试、系统无负荷联合试运转及调试。

具体包括风机盘管、新风机和排风机单机试车及调试，水系统（水泵）单机试运转及调试，热泵机组（冷热媒）单机试运转及调试，整个系统联动试运行及调试。

通风空调系统联动试运行及调试应由B单位（施工单位）负责组织实施，设计单位、监理和建设单位参与，设备生产厂家、A单位（总承包单位）配合。

2. 水系统阀门安装前检查的要求：

（1）阀门安装前应进行外观检查，工作压力大于1.0MPa及在主干管上起到切断作用和系统冷、热水运行转换调节功能的阀门和止回阀，应进行壳体强度和阀瓣密封性能的试验，且试验合格。

（2）强度试验压力应为常温条件下公称压力的1.5倍，持续时间不应少于5min，阀门的壳体、填料应无渗漏。严密性试验压力应为公称压力的1.1倍，在试验持续的时间内应保持压力不变。

3. 系统调试还应主要考核室内的空气温度、相对湿度、噪声或空气的洁净度能否达到设计要求，是否满足生产工艺或建筑环境要求。

4. 风量没达到设计要求，属于施工质量问题（调试技术原因），应进行重新调整测试，即做“修补”处理以达到设计要求。风机盘管噪声大，属于产品质量问题（设备制造原因），因风机盘管轴心偏移无法进行现场修补处理，应做返工（更换）处理。

5. 维修风机盘管主要发生调换风机盘管的设备费、拆装及调试的人工费，费用应由建设单位或设备生产厂家承担。风量调整主要发生人工费，应由安装单位承担。

1H420140 机电工程竣工验收管理

1H420141 竣工验收的分类和依据

一、竣工验收的范围

1. 凡新建、扩建、改建的建设工程按批准的设计文件所规定的内容建成，符合竣工验收条件的，建设单位应当组织设计、施工、工程监理等有关单位进行竣工验收。

2. 对某些特殊情况，工程施工虽未全部按设计要求完成，也可以进行验收。例如，因少数非主要设备或某些特殊材料短期内不能解决，虽然工程内容尚未全部完成，但已经可以投产或使用的工程项目。

二、竣工验收的分类

1. 按照工程规模、性质和被验收的对象划分为建设项目竣工验收和施工项目竣工验收。

（1）建设项目竣工验收

建设单位在建设项目批准的设计文件规定的内容全部建成后，向使用单位交工的过程。

（2）施工项目竣工验收

承包人按施工合同完成全部任务，经检验合格，由发包人组织验收的过程。施工项目竣工验收是建设项目竣工验收的第一阶段，可称为初步验收或交工验收，施工项目竣工验收可按施工单位自检的竣工预验收和正式验收的阶段进行。

2. 按建设项目达到竣工验收条件的验收方式分为：项目中间验收、单位工程竣工验收和全部工程竣工验收三类。

（1）规模较小、施工内容简单的工程，也可一次进行全部项目的竣工验收。

（2）全部工程的竣工验收又分为验收准备、预验收和正式验收三个阶段。

3. 施工项目验收按相关专业的管理要求设专项验收。

专项验收是根据建设项目（工程）竣工验收管理办法，建设工程竣工后，相应的建设行政职能部门要分项对工程竣工进行专项验收，主要包括规划、消防、环保、绿化、市容、交通、水务、人防、卫生防疫、交警、防雷、节能等专项验收。

三、竣工验收的依据

1. 国家、中央各行业主管部门以及当地行业主管部门颁发的有关法律、法规；施工质量验收规范、规程、质量验收评定标准；环境保护、消防、节能、抗震等有关规定。

2. 上级主管部门批准的可行性研究报告、初步设计、调整概算及其他有关设计文件。

3. 施工图纸、设备技术资料、设计说明书、设计变更单及有关技术文件。

（1）由发包单位确认并提供的工程施工图纸，是进行施工质量验收的重要依据。其中，工程设计变更单是施工图纸的补充和修改。

（2）设备技术说明书是设备调试、检验、试车、验收的重要依据。

4. 工程建设项目的勘察、设计、施工、监理以及重要设备、材料招标投标文件及其合同。

5. 引进或进口和合资的相关文件资料。

从国外引进技术或进口设备的项目以及中外合资建设项目，还应按照签订的合同和国外提供的设计文件等资料进行验收。

1H420142 竣工验收的组织与程序

一、竣工验收的组织

1. 建设项目竣工验收的组织

（1）竣工验收的组织形式

根据建设项目的规模、工艺、技术以及对社会经济和环境的影响情况，一般可分为两种：

1）大型或特大型项目和社会影响较大的项目，一般应组成竣工验收委员会进行验收，其中对工艺技术比较复杂的项目，在验收委员会之外，还应另行组织专家咨询组，为竣工验收做准备。

2）对中、小型项目可组成竣工验收组进行验收。

（2）验收委员会或验收小组成员组成

项目竣工验收委员会或验收小组由项目建设单位负责组织，其成员有生产使用单位、勘察设计单位、工程监理单位、施工承包商、设备供应商以及项目建设的其他相关单位的专业技术人员和专家组成。项目验收还应有环保、消防等有关部门的专家参加。

（3）竣工验收委员会或验收小组主要职责

1）听取并审查竣工验收报告和初验报告。

2）检查工程建设和运行情况，对建设项目管理、勘察设计、施工质量、建设监理的执行情况全面核查，并做出评价。

3）审议项目竣工决算，对投资使用效果做出评价。

4）讨论并通过竣工验收鉴定书，验收委员会委员签名。

2. 施工项目竣工验收的组织

机电工程施工项目竣工验收由项目建设单位组织。建设单位在接到承包商竣工验收申请后，要及时组织监理单位、设计单位、施工单位及使用单位等有关单位组成验收小组，依据设计文件、施工合同和国家颁发的有关标准规范，进行验收。

二、竣工验收的程序

（一）建设项目竣工验收程序

1. 验收准备

（1）核实建安工程，抓紧工程收尾。

（2）复查工程质量，有返工或补修的工程内容时，需限定修复时间。

（3）做好专项验收。专项验收一般包括：环境保护、劳动安全、职业安全卫生、工业卫生、消防、档案管理、移民与安置等。

（4）落实生产准备工作，提出试车调试检查情况报告。

（5）整理汇总档案资料，全部立案归档。

档案资料主要内容：建设项目申报及批复文件；项目开工报告、竣工报告；项目一览表；设备清单；施工记录，隐蔽工程验收记录及施工日志；测试记录；设计交底、设计图会审记录、设计变更通知书、技术变更核定单；工程质量事故调查、处理记录；工程质量检验评定资料；工程监理工作总结；试车调试、生产试运行记录；环境、安全卫生、消防安全考核记录；建设项目竣工图；各专业验收组的验收报告及验收纪要等。

（6）编制竣工决算。竣工决算由编制说明和相关报表组成。主要是建设项目从筹建开始一直到竣工投产交付使用为止的全部费用，包括建筑工程费用、安装工程费用、设备和工器具购置费用及其他费用等。

（7）编写竣工验收报告、备妥验收证书。事先准备好竣工验收报告及附件、验收证书，以便在正式验收时提交验收委员会或验收小组审查。

2. 预验收

对于工程规模和技术复杂程度大的项目，为保证项目顺利通过正式验收，在验收准备工作基本就绪后，可由上级主管部门或项目建设单位会同施工、设计、监理、使用单位及有关部门组成预验收组，进行一次预验收。预验收工作主要内容有：

（1）检查竣工项目所有资料的完整性、准确性是否符合档案要求。

（2）检查项目建设标准，评定质量，对隐患和遗留问题提出处理意见。

（3）检查试车调试情况和生产准备情况。

（4）排除正式验收中可能有争议的问题，协调项目与有关方面、部门的关系。

（5）督促返工、补做工程的修竣及收尾工程的完工。

（6）编写移交生产准备情况报告和竣工预验收报告。

1H410000 机电工程技术
1H420000 机电工程项目施工管理
1H430000 机电工程项目施工相关法规与标准

预验收合格后，项目建设单位向政府投资主管部门或投资方提出正式验收申请报告。

3. 正式验收

（1）提出验收申请报告

在确认具备验收条件、完成验收准备或通过预验收后，提出验收申请。特大型建设项目、国家拨款的以及政府投资建设的项目，应向政府投资主管部门提出竣工验收申请；其他工程项目，向其上级主管部门或投资方提出竣工验收申请。

（2）进行竣工验收

1）汇报项目建设工作。包括项目建设单位关于项目建设的全面工作汇报和有关设计、施工及监理单位的工作总结报告。

2）审议竣工验收报告。含验收申请报告、预验收报告及其发现问题的处理情况。

3）审查工程档案资料。如建设项目可行性研究报告、设计文件、会议纪要、合同；单位工程验收、各项专业验收以及竣工图资料等各项主要技术资料和项目文件。

4）查验工程质量。实地查验建筑工程和设备安装工程，对主要工程部位的施工质量和主要生产设备的安装质量进行复验和鉴定，对工程设计的合理性、可靠性、先进性、适用性进行评审鉴定。

5）审查生产准备。试车调试、生产试运行、各项生产准备工作情况，以及操作规程、生产管理规章制度等。

6）核定遗留尾工。对遗留工程与问题提出具体处理意见，限期落实完成。

7）移交工程清单。包括各类建（构）筑物、主要设备等。

8）审核竣工决算。核实建设项目全部投资的执行情况和投资效果。

9）做出全面评价结论。对工程设计、施工和设备质量、环境保护、安全卫生、消防等方面，做出客观、求实的评价，对整个工程做出全面验收鉴定，对项目投入生产运行做出可靠性结论。

10）竣工验收会议纪要。讨论通过竣工验收报告，提出使用建议，签署验收会议纪要和竣工验收证书。

（二）施工项目竣工验收程序

1. 竣工验收的准备工作

（1）施工项目竣工验收前的工作：

1）施工单位项目经理要组织有关人员进行查项，看有无遗漏未安装到位的情况，发现漏项情况，必须确定专人逐项解决。

2）对已经全部完成的部位，要组织清理，做好成品保护，防止损坏和丢失。

3）拆除施工现场的各项临时设施、临时管线，组织材料及各种物资的回收退库工作。

4）做好电气线路各种管道的检查，完成电气工程的全负荷试验和管道的各项试验。有生产工艺设备的机电工程，要进行设备的单体试车、无负荷联动试车等。

（2）整理竣工资料、绘制竣工图，整理工程档案资料、档案移交清单。

（3）编制竣工结算。

（4）准备工程竣工通知书、工程竣工报告、工程竣工验收证明书、工程保修证书。

（5）对检查出的问题及时进行整改完善。

（6）准备好质量评定的各项资料，按机电专业对各个施工阶段所有的质量检查资料，进行系统的整理。

2. 竣工预验收

（1）施工单位竣工预验收的标准应与正式验收一样，依据国家或地方的规定以及相关标准的要求，查看工程完成情况是否符合施工图纸和设计的使用要求，工程质量是否符合国家和地方政府部门的规定及相关标准要求，工程是否达到合同规定的要求和标准等。

（2）参加竣工预验收的人员，应由项目经理组织生产、技术、质量、合同、预算及有关施工人员等共同参加。

（3）竣工预验收的方式，按照各自的主管内容逐一进行检查，在检查中要做好记录。对不符合要求的部位和项目，确定修补措施和标准，并指定专人负责，定期修理完成。

（4）进行竣工预验收的复验。施工单位在自我检查整改的基础上，解决预验收中的遗留问题，为正式验收做好准备。

3. 正式竣工验收

施工单位向建设单位送交验收申请报告，建设单位收到验收报告后，应根据工程施工合同、验收标准进行审查，确认工程全部符合竣工验收标准，具备了交付使用的条件后，应由建设单位组织，设计、监理及施工单位共同对工程项目进行正式竣工验收。

（1）施工单位向建设单位发出《竣工验收通知书》。

（2）由建设单位组织设计、监理、施工及有关方面共同参加，列为国家重点工程的大型建设项目，由国家有关部委，邀请有关方面参加，组成工程验收委员会，进行验收。

（3）签发《工程竣工验收报告》并办理工程移交。在建设单位验收完毕并确认工程符合竣工标准和合同条款规定要求后，向施工单位签发《竣工验收证明书》。

（4）进行工程质量评定。

（5）办理工程档案资料移交。

（6）办理工程移交手续。

三、竣工验收问题的处理

1. 遗留的工程尾项

（1）属于承包工程合同范围内的遗留尾项，要求承包商在限定时间内完成。

（2）属于各承包合同之外的少量尾项，可以一次或分期划给施工单位包干实施。

（3）分期建设分期投产的工程项目，前一期工程验收时遗留的少量尾项，可以在建设后一期工程时一并组织实施。

2. “三废”治理工程

“三废”治理工程必须严格按照规定与主体工程同时设计、同时施工、同时投产交付使用；对于不符合要求的情况，验收委员会应会同地方环保部门根据危害严重程度区别处理，凡危害很严重的，在未解决前，专业验收时决不允许投料试车，不许正式全面验收。

3. 劳保安全措施

劳保安全措施必须严格按照规定与主体工程同时建成，同时交付使用。对竣工时遗留的或试车中发现必须新增的安全、卫生保护措施，要安排投资和材料限期完成，完成后另行组织专项验收。

四、竣工资料的移交

1. 各有关单位（包括设计、施工、监理单位）应在工程准备阶段就建立起工程技术档案，汇集整理有关资料，把这项工作贯穿于整个施工过程，直到工程竣工验收结束。这些资料由建设单位分类立卷，在竣工验收时移交给生产使用单位统一保管，作为今后维护、改造、扩建、科研、生产组织的重要依据。

2. 凡是列入技术档案的技术文件、资料，都必须经有关技术负责人正式审定。所有的资料文件都必须如实反映工程实施的实际情况，工程技术档案必须严格管理，不得遗失损坏。

1H420143 竣工验收的要求与实施

一、竣工验收要求

1. 建设工程项目已按要求完成；完成设计和合同约定的各项内容。

2. 有完整的技术资料和施工管理资料。有工程使用的主要建筑材料、建筑构配件和设备的进场试验报告。

3. 设计单位已绘制竣工图；有勘察设计、施工、监理等单位分别签署的质量合格文件。

4. 施工单位向建设单位移交工程建设技术文件，并出具由施工单位签署的工程保修书。

5. 工程监理单位按要求向建设单位移交监理文件。

6. 生产性工业项目的竣工验收条件还应包括：

（1）主体工程、辅助工程和公用设施，基本按设计文件要求建成，能够满足生产或使用的需要。

（2）生产性项目的主要工艺设备及配套设施，经联动负荷试车合格（或试运行合格），形成生产能力，能够生产出设计文件中规定的合格产品。

（3）引进的国外设备应按合同要求完成负荷调试考核，并达到规定的各项技术经济指标。

（4）环境保护、消防、劳动安全卫生达到国家和地方规定的要求；且工程质量、环境保护、消防、安全、职业卫生、劳动保护、节能、档案等已通过专项验收、核查、评定，可同时交付使用。

7. 编制完成竣工决算报告。

8. 建设项目的档案资料齐全、完整，符合国家、省、市有关建设项目档案验收规定。

二、竣工验收实施

1. 一般项目验收

（1）审阅工程资料。主要有：立项审批文件、工艺设计图纸和施工设计图纸、各类工程合同及重要设备物资采购合同、施工组织设计、施工技术记录、质量记录、施工质量验收评定记录、设计变更和施工中各类重要管理记录、与施工有关的重要的各种会议纪要和报表、竣工图、试生产试运行记录、生产的产品检定记录、试生产统计报表、有关机电工程建设的财务报表等，如有涉外部分还应审阅与涉外活动相关的相应文件。

（2）项目投料试运行并生产出合格产品或机组满负荷试运行结束后，各项试运行指标

的统计汇总、填表，办理投料试运行阶段或机组整套启动试运行阶段的调试质量验收。办理工程移交生产的签字手续，签署“工程交工证书”或“机组移交生产交接书”。

（3）建设工程项目实行总承包或实行勘察、设计、采购、施工的一项或多项总承包的，由总承包单位按合同约定和上述相关要求向建设单位交工。

2. 专项验收

（1）专项验收的一般规定

1）建设工程项目的消防设施、安全设施及环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

2）建设单位应向政府有关行政主管部门申请建设工程项目的专项验收，包括规划、消防、节能、环保、卫生、防雷、人防、绿化等。

3）消防验收应在建设工程项目投入试生产前完成。

4）安全设施验收及环境保护验收应在建设工程项目试生产阶段完成。

（2）消防验收

1）对于特殊建设工程竣工后，建设单位应向消防设计审查验收主管部门申请消防验收；其他建设工程，实行消防验收备案、抽查管理。

2）建设工程项目消防设施完工并经检查调试合格后，消防设施性能、电气防火技术设施和消防系统功能联调联试等内容应经检测单位检测，取得检测合格证明文件。

3）县级以上消防设计审查验收主管部门对特殊建设工程，依照建设工程消防验收评定标准组织消防验收。消防验收时应当提交：消防验收申报表、工程竣工验收报告、涉及消防的建设工程竣工图纸。

4）其他建设工程，建设单位应当在工程竣工验收合格之日起5个工作日内，报消防设计审查验收主管部门消防验收备案；办理备案时应当提交：消防验收备案表、工程竣工验收报告、涉及消防的建设工程竣工图纸。

（3）建设项目安全设施验收

建设项目安全设施，是指生产经营单位在生产经营活动中用于预防生产安全事故的设备、设施、装置、建（构）筑物和其他技术措施的总称。建设项目安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

（4）环境保护设施验收

环境保护设施竣工验收，应当与主体工程竣工验收同时进行。需要进行试生产的建设项目，建设单位应当自建设项目投入试生产起3个月内，向审批该项目环评报告的环保行政主管部门，申请该建设项目环保设施竣工验收。分期建设、分期投产或者使用的建设项目，其相应的环保设施应当分期验收。环保设施经验收合格后，该建设项目方可正式投产或使用。

（5）建筑工程节能验收

建筑节能分部工程验收应由总监理工程师组织并主持，施工单位项目负责人、项目质量技术负责人和相关专业的负责人、质量检查员、施工员参加验收；设计单位项目负责人及相关专业负责人应参加验收；主要设备、材料供应商及分包单位负责人应参加验收。建筑节能分部工程验收合格的条件包括：

1）分项工程应全部合格。

2）质量控制资料应完整，建筑节能分部工程验收资料应单独组卷。

3）外墙节能构造现场实体检验结果应符合设计要求。

4）建筑外窗气密性能现场实体检验结果应符合设计要求。

5）供暖节能工程、通风与空调节能工程、配电与照明节能工程安装调试完成后，应由建设单位委托具有相应资质的检测机构进行系统节能性能检验并出具报告。受季节影响未进行的节能性能检验项目，应在保修期内补做。建筑设备系统节能性能检测结果应合格。

（6）防雷装置专项验收

防雷装置专项验收应按照《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601—2010的要求操作和实施，验收不合格的，不得交付使用。

（7）人防工程专项验收

人防工程专项验收应按照《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134—2004的要求操作和实施，验收不合格的，不得交付使用。

3. 档案验收

（1）建设单位应按《建设工程文件归档规范》（2019年版）GB/T 50328—2014的规定完成建设工程项目档案收集、分类、组卷，编制档案移交清册。

（2）建设单位按《建设项目（工程）档案验收办法》的规定进行档案自检并做出档案自检报告，向建设工程项目所在地档案行政管理部门或建设工程项目主管部门提出档案预验收申请。预验收后，建设单位编制档案情况的专题验收报告或在竣工验收报告中写明档案的情况。

（3）国家重点建设工程项目尚应按《国家重点建设项目档案管理登记办法》的要求办理档案管理登记事宜。

（4）档案验收后，应取得档案行政管理部门或建设工程项目主管部门档案验收的评审意见。

三、建设工程竣工验收备案管理

1. 竣工验收备案管理机构

国务院住房和城乡建设主管部门负责全国房屋建筑和市政基础设施工程的竣工验收备案管理工作。县级以上地方人民政府建设主管部门负责本行政区域内工程的竣工验收备案管理工作。

2. 竣工验收备案的时间规定

在我国境内新建、扩建、改建各类房屋建筑和市政基础设施工程，建设单位应当自工程竣工验收合格之日起15天内，将建设工程竣工验收报告和规划、消防、环保等部门出具的认可文件或者准许使用文件报工程所在地的县级以上地方人民政府建设主管部门（备案机关）备案。

3. 工程质量监督机构向备案机关提交工程质量监督报告

工程质量监督机构应在工程竣工验收之日起5天内，向备案机关提交工程质量监督报告，备案机关发现建设单位在竣工验收过程中有违反国家有关工程质量管理规定行为的，应当在收讫竣工验收备案文件15天内，责令停止使用，重新组织竣工验收。

4. 建设工程竣工验收备案需具备的条件

工程竣工验收已合格，并完成工程验收报告。工程质量监督机构已经出具工程质量监

督报告。已办理工程监理合同登记核销及施工合同备案核销手续。

5. 建设单位办理竣工备案应当提交的文件

(1)工程竣工验收备案表。

(2)工程竣工验收报告，应当包括工程报建日期，施工许可证号，施工图设计文件审查意见，勘察、设计、施工、工程监理等单位分别签署的质量合格文件及验收人员签署的竣工验收原始文件。

(3)法律、行政法规规定应当由规划、环保等部门出具的认可文件或者准许使用文件。

(4)法律规定应当由住房和城乡建设部消防设计审查验收主管部门对特殊建设工程验收合格的证明文件。

(5)施工单位签署的工程质量保修书。

(6)法律法规规定的必须提供的其他文件。

【案例1H420140-1】

一、背景

某电力建设集团公司于2018年在F省开工建设2台1000MW燃煤发电机组大型项目。

施工过程中，因建设单位通过招标投标采购的主设备延迟供应2个月，致使该系统未能如期投运，建设单位对施工方进行处罚，施工方向设备供应商提出索赔。

工程竣工验收前的准备工作完成后，2020年4月工程验收委员会邀请生产单位、施工单位、监理单位、勘察设计单位、主要物资设备供应商对该项目进行竣工验收。现场检查时发现锅炉燃烧器区域电缆防火盖板损坏、脱落较多。

投入试生产前，该公司向省级环境保护行政主管部门提出项目试生产申请，经主管部门组织现场检查，确认环保设施已按要求落实，批准进入试生产。

试生产期间，建设单位认为3个月后如果没有出现环境相关事故或者问题，就不需要申请环保验收监测。结果试生产期间出现厂界噪声扰民、大气污染物排放浓度偏高等问题。

二、问题

1. 建设单位认为试生产期间不需要申请环保验收监测的观点是否正确？说明理由。

2. 锅炉燃烧器区域电缆防火盖板损坏、脱落较多存在怎样的隐患？如何整改？

3. 建设单位对施工方处罚和施工方向设备供应商索赔的处理是否正确？阐述理由。

4. 针对主设备延迟供应而影响整个系统按期投运，竣工验收意见书对此应怎样表述？

5. 通常情况下，哪些类型的项目需组成验收委员会进行竣工验收？

三、分析与参考答案

1. 不正确。因为试生产期间3个月内，建设单位应向环境保护行政主管部门申请竣工环境保护验收并进入现场监测阶段。建设单位需要委托具有相应资质的环境监测机构，对环境保护设施运行情况和建设项目对环境的影响进行监测，取得环境保护验收监测报告（表）或调查报告。3个月后申请环境保护现场检测或者认为3个月后自动完成而不申请等均不符合项目竣工环保验收条件之规定。

2. 存在的隐患是：一是锅炉燃烧器区域温度较高，易发生煤粉泄漏，是火力发电厂的重点防火部位；二是该区域电缆防火盖板损坏、脱落较多，存在较大的火灾隐患。

整改建议：将所有防火盖板按设计和规程要求封堵严密，防止发生火灾烧毁电缆。

3. 不正确。因为主设备是建设单位通过招标投标，选定设备供应商并签订供货协议。根据合同关系和相关约定，施工方应向建设单位提出索赔，建设单位应向设备供应商进行索赔。

4. 竣工验收意见书对工期延误事件首先应说明原因，其次是建议按照承包合同和设备采购合同约定，进行处罚和索赔。

5. 根据建设项目的规模、工艺技术以及对社会经济和环境的影响情况，大型或特大型项目和社会影响较大的项目，一般应组成竣工验收委员会进行验收，其中对工艺技术比较复杂的项目，在验收委员会之外，还应另行组织专家咨询机构，为竣工验收做细致的准备和复核工作。

【案例1H420140-2】

一、背景

A单位中标北方城市某高档写字楼项目，建筑面积26万m^2，施工内容包括通风与空调、建筑给水排水、建筑电气和智能建筑工程；与建设单位签订了机电供应与安装的专业承包合同，采用固定总价合同，签约合同价6000万元（含暂列金额200万元）。合同约定：工程的主要设备由业主指定品牌，施工单位组织采购，预付款20%；工程总造价的3%作为质量保修金。

该办公楼空调采用风机盘管加新风系统，空调水为二管制系统；大堂设置地板辐射供暖系统，埋地管材采用PE-RT耐热增强聚乙烯管；网络服务机房采用开放式网格桥架，机房制冷散热系统设置德国原装进口的恒温恒湿空调机组。机电工程施工工期为2年，写字楼工程完工时间为2019年12月28日，该楼供暖系统平稳可靠运行。

工程竣工后，A单位组织竣工预验收，验收人员在检查中发现以下几个问题：

（1）空调系统中风机盘管的安装如图1H420143-1所示。

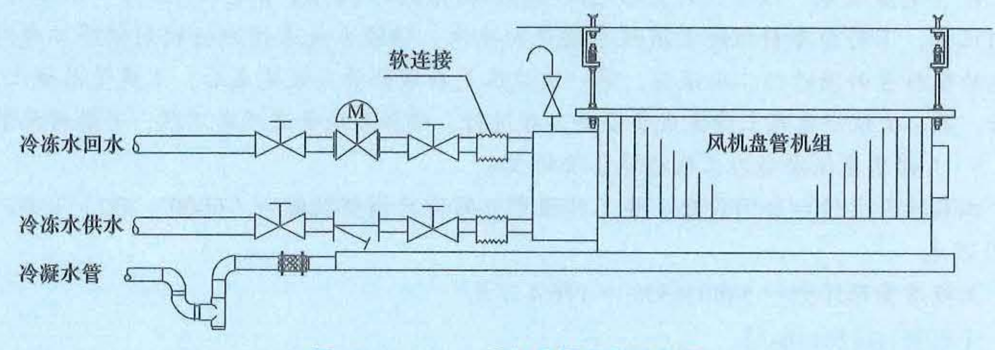


图1H420143-1 风机盘管安装示意图

（2）写字楼工程未进行带冷源的系统联合调试。

（3）竣工资料中进口的恒温恒湿机组的产品说明书没有中文标示。

（4）竣工资料中，办公楼大堂的地板辐射供暖系统的PE-RT管道仅有一次压力试验

的记录。

工程竣工结算时，经审核预付款已全部抵扣完成，暂列金额未使用，设计变更增加费用80万元。

二、问题

1. 空调系统风机盘管安装前应做何种测试？请说明图1H420143中风机盘管软连接的施工技术要求。

2. 写字楼工程未进行带冷源的系统联合调试，是否可以进行竣工验收？

3. 竣工资料中进口恒温恒湿空调机组的产品说明书没有中文标示，是否符合要求？应如何处理？

4. 大堂地板辐射供暖系统的PE-RT管道仅有一次压力试验记录，是否符合要求？说明理由。

5. 计算本工程质量保修金的金额。

三、分析与参考答案

1. 风机盘管机组安装前宜进行风机三速试运转及盘管水压试验，试验压力应为系统工作压力的1.5倍，试验观察时间应为2min，不渗漏为合格。

风机盘管机组与管道的软连接，应采用耐压值大于或等于1.5倍工作压力的金属或非金属柔性接管，连接应牢固，不应有强扭和瘪管。

2. 可以竣工验收。理由：写字楼工程竣工时是12月28日，正值北方地区冬季，工程只适合做带热源的联合试运转，空调冷源的试运转条件与环境条件相差较大，故可仅做带热源的系统试运转，工程即可实现使用功能，具备竣工验收条件，并在工程竣工验收报告中注明系统未进行带冷源的试运转，待室外温度条件合适时完成。

3. 不符合要求。理由：《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243—2016第3.0.3款规定：进口材料与设备应提供有效的商检合格证明、中文质量证明等文件，故竣工资料中进口恒温恒湿空调机组的产品说明书没有中文标示不符合要求，应要求A单位与设备供应商联系，获得中文说明书，以便移交业主，保证物业今后的运行。

4. 不符合要求。理由：大堂的地板辐射供暖系统的PE-RT管道只提供了一次压力试验的记录，不符合塑料埋地管道技术规范的要求。供暖系统采用地板辐射供暖方式时，埋地的塑料管必须进行二次试压，第一次试压是在埋地管安装完成后，土建垫层施工前进行，第二次试压是在土建完成垫层施工后进行，确保埋地管道不渗不漏，并做好记录。

5. 工程质量保修金为工程结算总价的3%。

工程结算总价＝合同价款＋施工过程中合同价款调整数额＝（6000－200）＋80＝5880万元

工程质量保修金＝5880×3%＝176.4万元

【案例1H420140-3】

一、背景

A公司承建某园区1号、2号、3号规模相同的单层钢结构厂房建筑、安装工程，钢结构厂房轴线长度120m，跨度36m，高度12m，每栋厂房间距30m。厂房基础和配套建筑工程分包给具备相应施工资质的B公司施工，钢柱基础为钢筋混凝土独立基础，基

础内预埋地脚螺栓固定钢柱柱底板，钢柱为H型钢结构，厂房长度方向柱间距7.5m，钢架连接采用高强度大六角头螺栓连接，厂房纵向设有型钢纵向水平支撑，屋面承重结构采用H型钢焊接方式。

A公司根据“危险性较大的分部分项工程安全管理规定”的要求编制了“钢结构工程施工安全专项方案”并组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。专项方案主要内容包括：工程概况、编制依据、施工计划、施工工艺技术、施工安全保证措施、施工管理及作业人员配备和分工、验收要求、应急处置措施、计算书及相关图纸九个方面内容。

1号厂房钢柱基础完成施工后，A公司自行对基础验收后，即组织汽车起重机和经过安全教育培训且考试合格、已经进行安全技术交底的安装工开始进行钢柱安装，被监理工程师制止施工。

钢架高强度螺栓连接时，发现多处螺栓孔位置出现偏差，螺栓不能自由穿入，需要扩孔处理，施工单位采用铰刀修整螺栓孔，钢架安装顺利完成。

钢柱就位后，用缆风绳和埋入式地锚临时固定，待形成稳定的刚性单元后，方可拆除缆风绳，钢柱临时固定如图1H420143-2所示。

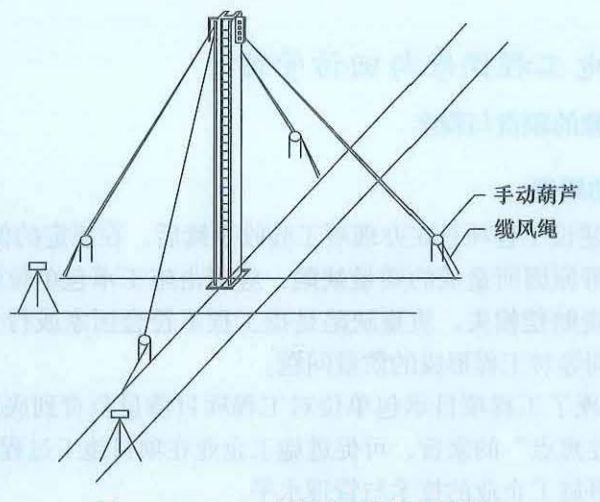


图1H420143-2 钢柱临时固定示意图

二、问题

1. 危险性较大的分部分项工程专项施工方案中施工工艺技术应包括哪些内容？
2. 1号厂房钢柱基础完成施工后，A公司被监理工程师制止施工的原因是什么？
3. 钢结构安装一般包含几个主要环节？
4. 高强度螺栓扩孔方式是否正确？扩孔数量应征得哪家单位的同意？
5. 埋入式地锚的设置和使用要求有哪些？
6. 钢结构厂房工程的验收应有哪个单位组织？应由哪些人员参加验收？

三、分析与参考答案

1. 危险性较大的分部分项工程专项施工方案中施工工艺技术包括：技术参数、工艺流程、施工方法、操作要求、检查要求等。

2. 钢结构安装前建设（监理）单位组织基础施工单位（B公司）和钢结构施工单位

（A 公司）进行基础交接验收，验收合格后方可交付安装，基础施工后未按规定进行基础验收，所以被监理工程师制止施工。

3. 钢结构安装一般包含的主要环节有：（1）基础验收与处理。（2）钢构件复查。（3）钢结构安装。（4）涂装（防腐涂装、防火涂装）。

4. 高强度螺栓扩孔方式正确。扩孔数量应征得设计单位同意。

5. 埋入式地锚的设置和使用要求有：（1）地锚结构形式应根据受力条件和施工地区的地质条件设计和选用。地锚的制作和设置应按吊装专项施工方案的规定计算校核。（2）埋入式地锚基坑的前方，缆风绳受力方向坑深 2.5 倍的范围内不应有地沟、线缆、地下管道等。（3）埋入式地锚在回填时，应用净土分层夯实或压实，回填的高度应高于基坑周围地面 400mm 以上，且不得浸水。地锚设置完成后应做好隐蔽工程记录。（4）埋入式地锚设置完成后，受力绳扣应进行预拉紧。

6. 钢结构厂房工程的验收应由建设单位组织，参加验收人员由生产使用单位、勘察设计单位、工程监理单位、施工总承包单位的技术人员及专家组成。项目验收还应有环保、消防等有关部门的专家参加。

1H420150 机电工程保修与回访管理

1H420151 工程保修的职责与程序

一、工程保修的职责

1. 工程保修是建设工程项目在办理竣工验收手续后，在规定的保修期限内，由勘察、设计、施工、材料等原因所造成的质量缺陷，应当由施工承包单位负责维修、返工或更换，由责任单位负责赔偿损失。质量缺陷是指工程不符合国家或行业现行的有关技术标准、设计文件及合同等对工程形成的质量问题。

2. 工程保修体现了工程项目承包单位对工程项目质量负责到底的精神，体现了施工企业"以顾客为关注焦点"的宗旨，可促进施工企业在项目施工过程中牢固树立为用户服务的观念，有效提升施工企业的技术与管理水平。

二、工程保修的责任范围

1. 按照《建设工程质量管理条例》的规定，建设工程在保修范围和保修期限内发生质量问题时，施工单位应当履行保修义务，并对造成的损失承担施工方责任的赔偿。总承包单位依法将建设工程分包给其他单位的，分包单位应当按照分包合同的约定对其分包工程的质量向总承包单位负责，总承包单位与分包单位对分包工程的质量承担连带责任。

2. 对保修期和保修范围内发生的质量问题，应先由建设单位组织设计、施工等单位分析质量问题的原因，确定保修方案，由施工单位负责保修。对质量问题的原因分析应实事求是，科学分析，分清责任，由责任方承担相应的经济赔偿。

（1）质量问题确实是由于施工单位的施工责任或施工质量不良造成的，施工单位负责修理并承担修理费用。

（2）质量问题是由双方的责任造成的，应协商解决，商定各自的经济责任，由施工单位负责修理。

（3）质量问题是由于建设单位提供的设备、材料等质量不良造成的，应由建设单位承担修理费用，施工单位协助修理。

（4）质量问题发生是因建设单位（用户）责任，修理费用或者重建费用由建设单位负担。

（5）涉外工程的修理按合同规定执行，经济责任按以上原则处理。

三、工程保修期限

根据《建设工程质量管理条例》的规定，建设工程中安装工程在正常使用条件下的最低保修期限为：

1. 建设工程的保修期自竣工验收合格之日起计算。
2. 电气管线、给水排水管道、设备安装工程保修期为 2 年。
3. 供热和供冷系统为 2 个供暖期、供冷期。
4. 其他项目的保修期由发包单位与承包单位约定。

建设工程在保修范围和保修期限内发生质量问题的，施工单位应当履行保修义务，并对造成的损失承担赔偿责任。

根据《建筑工程五方责任主体项目负责人质量终身责任追究暂行办法》的规定，参与新建、扩建、改建的建筑工程的建设单位项目负责人、勘察单位项目负责人、设计单位项目负责人、施工单位项目经理、监理单位总监理工程师等，按照国家法律法规和有关规定，在工程设计使用年限内对工程质量承担相应责任，称为建筑工程五方责任主体项目负责人质量终身责任。

四、工程保修证书

在工程竣工验收的同时，由施工单位向建设单位发送机电安装工程保修证书，保修证书的内容主要包括：工程简况，设备使用管理要求，保修范围和内容，保修期限、保修情况记录（空白），保修说明，保修单位名称、地址、电话、联系人等。

五、工程保修程序

1. 工程检查修理

（1）其建设单位或用户发现使用功能不良，或是由于施工质量而影响使用，可以用口头或书面方式通知施工单位，说明情况，要求派人前往检查修理。

（2）施工单位必须尽快地派人前往检查，并会同建设单位做出鉴定，提出修理方案，并尽快组织人力、物力，按用户要求的期限进行修理。

2. 工程保修验收

在发生问题的部位或项目修理完毕后，应在保修证书的“保修记录”栏内做好记录，经建设单位验收签认，以表示修理工作完成。

1H420152 工程回访计划与实施

一、工程回访计划的编制

1. 工程投标回访计划

在投标文件中根据招标文件要求编制回访计划，以反映企业服务意识，增大中标率。

2. 工程实施回访计划

工程项目即将竣工验收时，承包单位应结合项目实施过程中的技术应用特点、技术创新做法、工序质量、过程管理以及机电工程各系统的调试的具体情况，制订本工程具体的

工程回访计划，经批准后实施。

二、工程回访计划的内容

1. 工程回访的内容

（1）工程回访的内容。了解工程使用或投入生产后工程质量的情况，听取各方面对工程质量和服务的意见；了解所采用的新技术、新材料、新工艺或新设备的使用效果，向建设单位提出保修期后的维护和使用等方面的建议和注意事项，处理遗留问题，巩固良好的合作关系。

（2）工程回访计划的内容。主管回访保修业务的部门；回访保修的执行单位；回访的对象（建设单位或用户）；回访工程名称；回访时间安排和主要内容；回访工程的保修期限。

2. 工程回访的参加人员和回访时间

（1）工程回访参加人员。主要由项目负责人、技术、质量、经营等有关方面人员组成。

（2）工程回访时间。一般在保修期内进行，可分阶段进行，必要时可根据需要随时进行回访。

3. 工程回访的方式

（1）季节性回访。冬季回访，如冬季回访锅炉房及供暖系统运行情况；夏季回访，如夏季回访通风空调制冷系统运行情况。

（2）技术性回访。

1）主要了解在工程施工过程中所采用的新材料、新技术、新工艺、新设备等的技术性能和使用后的效果，发现问题及时加以补救和解决。

2）便于总结经验，获取科学依据，不断改进完善，为进一步推广创造条件。这类回访既可定期也可不定期地进行。

（3）保修期满前的回访。一般是在保修即将届满前进行回访。

（4）信息传递方式回访。采用邮件、电话、传真或电子信箱等。

（5）座谈会方式回访。组织座谈会或意见听取会。

（6）巡回式回访。查看机电安装工程使用或投入生产后的运转情况。

4. 工程回访的要求

（1）回访过程必须认真实施，做好回访记录，必要时写出回访纪要。

（2）回访中发现的施工质量缺陷，如在保修期内要采取措施，迅速处理；如已超过保修期，要协商处理。

5. 用户投诉的处理

对建设单位或用户的投诉应迅速、友好地进行解释和答复。对投诉有误的，也要耐心做出说明，切忌态度简单生硬。

【案例1H420150-1】

一、背景

某办公楼机电安装工程，由业主通过公开招标后，确定具有机电安装工程总承包一级资质的A单位进行总承包施工，工程内容包括：给水排水、电气、空调、消防等系统。同时业主将制冷站的空调系统所用的地源热泵机组及配套管道等分包给具有专业施工资质和压力管道安装许可证的B单位负责施工。业主与A单位签订的施工合同中明确

规定A单位为总承包单位，B单位为分包单位。

工程水泵、配电柜和空调机组等设备均由业主提供，其中地源热泵机组是业主第一次采用的新产品。工程于2014年7月开工，2016年4月竣工验收。

2016年12月，低压配电柜出现问题，经检查排除了施工质量问题，业主要求A施工单位进行维修，A施工单位立即派人进行维修，并以设备为业主提供为由，要求业主支付维修费用。

2017年6月，业主发现制冷系统运行效果不佳，经检查是由于设计负荷偏小造成的，业主要求A单位进行整改，A单位派人维修，但要求业主承担整改费用。

2016年12月，B单位被改制合并。2017年7月，业主发现制冷站内制冷管道多处漏水，影响制冷系统运行，要求A单位派人维修，A单位以B单位已改制合并，找不到人为由，拒绝安排。

2018年8月，业主为提高建筑消防设施的安全性能，根据竣工验收后新颁布实行的《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243—2016和《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017，对屋面排烟风机的安装（图1H420152-1）进行更新改造，主要是对排烟风机的减振和软连接安装的更新。A单位应业主要求完成了施工改造，并提交了改造费用报价单。

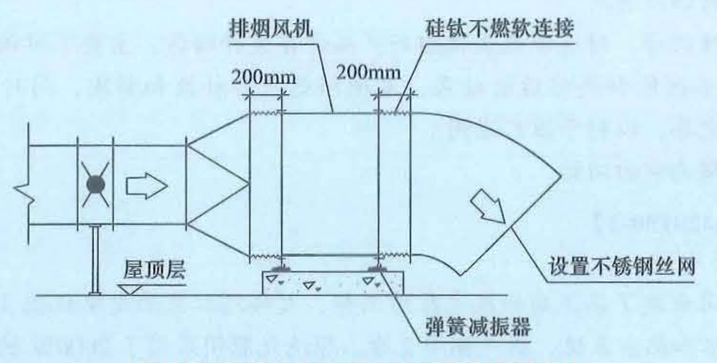


图1H420152-1 屋面排烟风机安装示意图

二、问题

1. 低压配电柜出现问题，A单位做法是否正确？说明理由。

2. 制冷系统出现问题，A单位做法是否正确？说明理由。

3. 制冷管道多处漏水，A单位做法是否正确？说明理由。

4. 根据题述的两个规范，屋面排烟风机的减振和软连接应如何改造？改造费用应如何处理？

5. 针对该工程，总承包单位主要应进行什么方式的工程回访？主要了解哪些内容？

三、分析与参考答案

1. A单位的做法正确。因为本工程质量问题是由于业主提供的低压配电柜质量不良造成的，应由业主承担修理费用，施工单位协助修理。

2. A单位做法正确。根据工程质量保修的规定，由于设计造成的质量缺陷，应由设计承担经济责任。当由A施工单位修理时，费用由业主承担，业主可按合同约定向设计

方索赔。

3. A单位的做法不正确。按照《建设工程质量管理条例》对建设工程质量保修制度的规定、发包单位与承包单位的合同约定，总承包单位应对分包单位及分包单位工程施工进行全过程的管理，分包单位的安装质量问题，总承包单位承担连带责任。A单位不能以B单位改制找不到人为由拒绝维修。

4.《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017第6.5.3款规定："消防排烟风机设在混凝土基础上，不应设置减振装置"。根据《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243—2016第5.2.7款，防排烟系统作为独立系统时，风机与风管应采用直接连接，不应加设柔性短管。只有在排烟与排风共用风管系统，或其他特殊情况时应加设柔性短管。故屋面排烟风机的改造方案为：（1）拆除弹簧减振器，将排烟风机直接固定在混凝土基础上；（2）拆除排烟风机与风管连接的200mm硅钛不燃软连接，将风机与风管直接连接。

由于屋面排烟风机的更新改造为合同外新增施工内容，不属于保修工作范围，故改造工程应签订单独的合同，改造的全部费用由业主支付。

5. 按照工程回访的主要方式，该工程可安排如下回访：

（1）季节性回访：夏季对通风空调制冷系统运行情况进行回访，发现问题，应采取有效措施，及时加以解决。

（2）技术性回访：对地源热泵机组新产品设备进行回访，主要了解该设备在工程施工过程中的技术性能和使用后的效果，发现问题及时补救和解决，同时也便于总结经验，不断改进完善，以利于推广应用。

（3）保修期满前的回访。

【案例1H420150-2】

一、背景

某工程公司承建了某酒店的机电改造工程，大楼增加柴油发电机组2台、低压配电柜2套、纯净水和热水系统、蒸汽锅炉2台，原泛光照明采用了2000W钠灯光源，新设计考虑节能环保，选用55W的LED光源，通过二总线制控制模块与大楼BA系统集成，还能通过互联网与城市景观照明同步开启和关闭。

该工程在2015年6月1日开工，到当年9月28日完工，合同约定保修期为一年。

地下停车库改造施工过程中，自动喷水灭火系统的直立型喷洒头运至施工现场，经过进场检验后，A单位立即与消防水管道进行了连接安装，直立型喷洒头的安装如图1H420152-2所示，经监理工程师质量检查，该施工被叫停并整改。

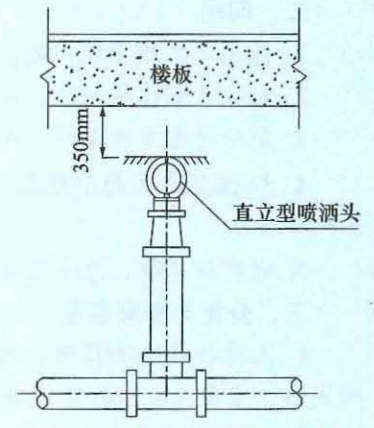


图 1H420152-2 地下停车库直立型喷洒头安装示意图

工程改造施工完毕后，该工程对各系统进行了认真调试、试运行，业主对改造工程量较多的建筑电气系统的通电试运行效果非常满意。

工程竣工后，工程公司建立了完善的回访与保修制

度，将回访纳入单位的工作计划、服务控制程序和质量体系文件，制订了回访工作计划，长期以来客户反映良好。

2017年3月，大楼热水系统出现多处漏水现象，业主要求工程公司维修，工程公司迅速响应，完成了维修任务，并做了记录；但以保修期满为由，要求业主支付维修费用。

二、问题

1. 请说明地下停车库自动喷水灭火系统改造施工，被监理工程师要求整改的原因。

2. 工程的回访工作计划有哪些内容？对泛光照明的技术性回访有什么作用？

3. 简述建筑电气通电试运行的基本条件。

4. 在保修期内发生的质量问题，工程公司去检修后应做好什么记录？

5. 工程公司对维修热水系统的做法是否正确？说明理由。

三、分析与参考答案

1. 监理工程师要求整改的原因：

（1）喷头安装必须在系统试压、冲洗合格后方可进行，进场即与管道连接安装错误。

（2）图1H420152-2中地下停车库直立型喷洒头溅水盘距顶板350mm错误，根据《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084—2017，应为75～150mm。

2. 工程的回访工作计划内容有：主管回访保修业务的部门；回访保修的执行单位；回访的对象及其工程名称；回访时间安排和主要内容；回访工程的保修期限。

对泛光照明的技术性回访，可以了解在泛光照明工程中所采用LED光源的景观照明效果和节能效果、二总线制模块的控制技术性能和集成能力，通过回访能及时发现问题加以解决。

3. 建筑电气通电试运行的基本条件：

（1）按工程承包范围提供的施工设计图纸或设计变更通知文件已全部完工。

（2）所有电气交接试验已完成，并取得书面试验报告，报告的结论为合格可以受电。

（3）按工程所在地供电管理部门规定，对高、低压变配电所经供电部门检查符合要求，结论为可以受电。并对电力进线供电计量仪表进行检定且合格。

（4）通电试运行的计划或方案或作业指导书等技术文件已获批准，并经监理单位确认。

（5）包括消防设施在内的安全防范技术措施已落实到位，并制订了防范用的应急预案。

（6）参与通电试运行的人员已确定并培训合格，并经组织分工。试运行前安全交底和技术交底已完成。

4. 在保修期内发生的质量问题，工程公司去检修后，要在保修证书的“保修记录”栏内做好记录，并经大楼的物业单位验收签认，以表示修理工作完成。

5. 工程公司对维修热水系统的做法不正确。根据《建设工程质量管理条例》规定，该工程公司与业主虽然有合同约定，但合同对保修期的约定显然违反了热水管道保修期2年的国家法律法规相关条款，是无效约定。所以，工程公司应维修漏水的热水系统，并自行承担维修费用。



1H430000
扫一扫
看本章精讲课
配套章节自测

1H430000　机电工程项目施工相关法规与标准

1H431000　机电工程项目施工相关法规

1H431010　计量的法律规定

1H431011　计量器具的使用管理规定

一、计量器具、计量基准器具和计量标准器具

（一）计量器具

计量器具是指能用以直接或间接测出被测对象量值的装置、仪器仪表、量具和用于统一量值的标准物质。

1. 计量器具的分类

（1）计量基准器具：国家计量基准器具，用以复现和保存计量单位量值，经国务院计量行政部门批准作为统一全国量值最高依据的计量器具。

（2）计量标准器具：准确度低于计量基准的、用于检定其他计量标准或工作计量器具的计量器具。

（3）工作计量器具：企业、事业单位进行计量工作时应用的计量器具。

2. 计量器具的特点

计量器具具有准确性、统一性、溯源性、法制性四个特点。

3. 衡量计量器具的指标

衡量计量器具质量和水平的主要指标是它的准确度等级、灵敏度、鉴别率（分辨率）、稳定度、超然性以及动态特性等，这也是合理选用计量器具的重要依据。

（二）计量基准器具

1. 计量基准器具具备的条件

（1）经国家鉴定合格；

（2）具有正常工作所需要的环境条件；

（3）具有称职的保存、维护、使用人员；

（4）具有完善的管理制度。

2. 计量基准器具的有关规定

（1）有关计量基准证书的规定

符合计量基准器具条件的，经国务院计量行政部门审批并颁发计量基准证书后，方可使用。非经国务院计量行政部门批准，任何单位和个人不得拆卸、改装计量基准，或者自行中断其计量检定工作。

（2）计量基准的量值

计量基准的量值应当与国际上的量值保持一致。国务院计量行政部门有权废除技术水平落后或者工作状况不适应需要的计量基准。

（三）计量标准器具

1. 计量标准器具条件

（1）经计量检定合格；

（2）具有正常工作所需要的环境条件；

（3）具有称职的保存、维护、使用人员；

（4）具有完善的管理制度。

2. 社会公用计量标准

（1）社会公用计量标准对社会上实施计量监督起公证作用。

（2）县级以上地方人民政府计量行政部门建立的本行政区域内最高等级的社会公用计量标准，须向上一级人民政府计量行政部门申请考核。

（3）其他等级的，由当地人民政府计量行政部门主持考核。

（4）经考核符合规定条件并取得考核合格证的，由当地县级以上人民政府计量行政主管部门审批颁发社会公用计量标准证书后，方可使用。

3. 最高计量标准

（1）国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府有关主管部门建立的本部门各项最高计量标准，经同级人民政府计量行政部门考核，符合规定条件并取得考核合格证的，由有关主管部门批准使用。

（2）企业、事业单位需建立本单位各项最高计量标准，须向与其主管部门同级的人民政府计量行政部门申请考核。乡镇企业向当地县级人民政府计量行政部门申请考核。经考核符合规定条件并取得考核合格证的，企业、事业单位方可使用，并向其主管部门备案。

二、计量器具的使用管理要求

1. 计量标准器具的建立

（1）企业、事业单位根据需要，可以建立本单位使用的计量标准器具，其各项最高计量标准器具经有关人民政府计量行政部门主持考核合格后使用。

（2）企业、事业单位建立本单位各项最高计量标准，须向与其主管部门同级的人民政府计量行政部门申请考核。经考核符合规定条件并取得考核合格证的方可使用，并向其主管部门备案。

（3）企业、事业单位必须重视计量标准器具的日常管理，建立日常维护管理制度。

例如，对计量标准器具及主要配套设备是否需增加或更换，是否按周期鉴定，计量检定人员或计量检定规程是否需变化等进行监督管理。

2. 使用管理的规定

（1）计量器具是工程施工中测量和判断质量是否符合规定的重要工具，直接影响工程质量。任何单位和个人不准在工作岗位上使用无检定合格印、证或者超过检定周期以及经检定不合格的计量器具。

（2）工程项目部应认真执行有关计量器具的使用、操作、管理和保养、搬运和储存的控制程序和管理制度，为工程产品质量符合规定的要求提供保证和证据。

（3）所选用的计量器具，必须满足被测对象及检测内容的要求，使被测对象在量程范围内。检测器具的测量极限误差必须小于或等于被测对象所能允许的测量极限误差，检测器具必须具有技术鉴定书或产品合格证书。

（4）按规定对计量器具实施周期检定，保证计量器具的量值准确可靠，防止因检测器具的自身误差造成工程质量的“不合格”。

（5）计量器具应有明显的“合格”“禁用”“封存”等状态标识。

合格：经周检或一次性检定能满足质量检测、检验和试验要求的精度。

禁用：经检定不合格或使用中严重损坏、缺损的。

封存：根据使用频率及生产经营情况，暂停使用的。封存的计量器具重新启用时，必须经检定合格后，方可使用。

（6）使用人员应经过培训并具有相应的资格，熟悉并掌握计量器具的性能、操作规程、使用要求和操作方法，按规定进行正确操作，做好记录。

（7）使用计量器具前，应检查其状态标识。若不在检定周期内、检定标识不清或封存的，视为不合格的计量器具，不得使用。每次使用前，应对计量器具进行校准复位检查后，方可开始计量测试。使用中若发现计量器具偏离标准状态，应立即停用，重新校验核准。如出现损坏或性能下降时，应及时进行修理和重新检定。

（8）计量器具应在适宜的环境条件下使用，必要时应采取措施，消除或减少环境对测量结果的影响，保证测量结果的准确可靠。

（9）计量器具在安装和搬运过程中，应采取相应的保护措施，避免准确度偏移或损坏。

（10）计量器具应分类存放、标识清楚，针对不同要求采取相应的防护措施，如防火、防潮、防振、防尘、防腐、防外磁场干扰等，确保其处于良好的技术状态。

1H431012 计量检定的相关规定

一、计量检定

计量检定是指评定计量器具的计量性能，确定其是否合格所进行的全部工作，是一项法制性、科学性很强的技术工作。它是统一量值、确保计量器具准确一致的重要措施，是进行量值传递或量值溯源的重要形式，是对全国计量实行国家监督的一种手段。

（一）计量检定的分类

1. 按检定的目的和性质分类

计量检定按其检定的目的和性质分为：首次检定、后续检定、使用中检定、周期检定和仲裁检定。

（1）首次检定：对未曾检定过的新计量器具进行的第一次检定。多数计量器具首次检定后还应进行后续检定，也有某些强制检定的工作计量器具如竹木直尺，只做首次强制检定，失准后报废。

（2）后续检定：计量器具首次检定后的检定，包括强制性周期检定、修理后检定、有效期内的检定。

（3）使用中检定：控制计量器具使用状态的检定。

（4）周期检定：按规定的时间间隔和程序进行的后续检定。

（5）仲裁检定：以裁决为目的的计量检定、测试活动。

2. 按检定的必要程序和我国依法管理的形式分类

计量检定按其检定的必要程序和我国依法管理的形式分为强制检定和非强制检定。

（1）强制检定的特性

1）强制检定是由政府计量行政部门强制实行。使用强制检定的计量器具的单位和个人，都必须按照规定申请检定。

2）强制检定由政府计量行政部门指定所属的法定计量检定机构或授权的计量检定机构具体执行。

3）强制检定的检定周期由执行强制检定的技术机构按照计量检定规程确定。

4）强制检定的计量器具范围有：社会公用计量标准器具；部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具；用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测等方面的列入计量器具强制检定目录的工作计量器具。

5）强制检定是固定检定关系，定点送检，实行定点定期的检定，使用单位没有选择的余地。

（2）施工企业使用实行强制检定的计量器具，应当向当地县（市）级人民政府计量行政部门指定的计量检定机构申请周期检定。当地不能检定的，向上一级人民政府计量行政部门指定的计量检定机构申请周期检定。

（3）非强制检定的特性

1）非强制检定即由计量器具使用单位对强制检定范围以外的其他依法管理的计量器具自行进行的定期检定。

2）非强制检定由使用单位自行依法管理，政府计量行政部门只侧重于对其依法管理的情况进行监督检查。

3）非强制检定可由使用单位自己执行。本单位不能检定的，可以自主决定委托包括法定计量检定机构在内的任何有权对外开展量值传递工作的计量检定机构检定。

4）非强制检定的检定周期在检定规程允许的前提下，由使用单位自己根据实际需要确定。

（4）施工单位的计量检定工作应当遵循“经济合理、就地就近”的原则，计量器具可送交工程所在地具有相应资质的计量检定机构检定。

（二）计量检定的要求

1. 县级以上人民政府计量行政部门对社会公用计量标准器具，部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具，以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面的工作计量器具，实行强制检定。未按照规定申请检定或者检定不合格的，不得使用。对强制检定以外的其他计量标准器具和工作计量器具，使用单位应当自行定期检定或者送其他计量检定机构检定，县级以上人民政府计量行政部门应当进行监督检查。

2. 使用实行强制检定的计量标准的单位和个人，应当向主持考核该项计量标准的有关人民政府计量行政部门申请周期检定。使用实行强制检定的工作计量器具的单位和个人，应当向当地县（市）级人民政府计量行政部门指定的计量检定机构申请周期检定。当地不能检定的，向上一级人民政府计量行政部门指定的计量检定机构申请周期检定。

3. 企业、事业单位应当配备与生产、科研、经营管理相适应的计量检测设施，制定具体的检定管理办法和规章制度，规定本单位管理的计量器具明细目录及相应的检定周

期，保证使用的非强制检定的计量器具定期检定。

4. 计量检定工作不受行政区域和部门管辖的限制。

（三）依法实施计量检定

1. 依法检定

强制检定属于法制检定，要受法律的约束。不按规定进行周期检定的，都要负法律责任。属于强制检定范围的计量器具，未按照规定申请检定或者检定不合格继续使用的，责令停止使用，可以并处罚款。

2. 日常管理

（1）计量器具投入使用后，就进入依法使用的阶段。为保证使用中的计量器具的量值准确可靠，应按规定实施周期检定。项目部应依据国家对强制检定的计量器具检定周期的规定，以及企业自有的计量管理制度对非强检计量器具检定（校验）周期的规定，对检测器具进行周期检定、校验，以防止检测器具的自身误差而造成工程质量不合格。

（2）明确本单位负责计量工作的职能机构，配备相适应的专业管理人员。建立项目部计量器具的目录和管理台账。

（3）按检定性质，项目部的计量器具分为A、B、C三类，计量员在计量器具的台账上以加盖A、B、C印章形式标明类别。

1）A类计量器具

①A类计量器具的范围：公司最高计量标准和计量标准器具；用于贸易结算、安全防护、医疗卫生和环境监测方面，并列入强制检定工作计量器具范围的计量器具；生产工艺过程中和质量检测中关键参数用的计量器具；进出厂物料核算用计量器具；精密测试中准确度高或使用频繁而量值可靠性差的计量器具。例如一级平晶、水平仪检具、千分表检具、兆欧表、接地电阻测量仪；列入国家强制检定目录的工作计量器具。

②A类计量器具的管理：A类计量器具中属强制检定的计量器具，必须严格按国家计量行政部门的检定管理办法，执行强检。属于非强制检定的计量器具，按有关的检定管理办法、规章制度和检定周期定期进行检定；对准确度高、量值易变、使用频繁的计量器具列为抽查重点，加强日常监督管理；A类计量器具的配置数量，应能确保计量器具按期检定，检定与维修期间生产经营活动正常进行；A类计量器具原则上由计量管理部门统一控制管理。

2）B类计量器具

①B类计量器具的范围：安全防护、医疗卫生和环境监测方面，但未列入强制检定工作计量器具范围的计量器具；生产工艺过程中非关键参数用的计量器具；产品质量的一般参数检测用计量器具；二、三级能源计量用计量器具；企业内部物料管理用计量器具。例如卡尺可测量轴及孔的直径、塞尺可测量不同深度缝隙的大小、百分表在设备安装找正时可用来测量设备的端面圆跳动和径向圆跳动，还有焊接检验尺、5m以上卷尺、温度计、压力表、万用表等。

②B类计量器具的管理：对列入B类管理范围的计量器具，如符合国家检定规程要求的应按规定进行周期检定；对无检定规程但需要校准的计量器具（检测设备）应按规定进行校准；B类计量器具的配备数量，应能保证企业生产经营活动正常进行。

3）C类计量器具

①C类计量器具的范围：低值易耗的、非强制检定的计量器具；一般工具用计量器

具；在使用过程中对计量数据无精确要求的计量器具；国家计量行政部门允许一次性检定的计量器具。例如钢直尺、木尺、样板等。

② C类计量器具的管理：一般工具用计量器具，可根据实际使用情况实行一次性检定和有效期管理使用；对准确度无严格要求、性能不易改变的低值易耗计量器具和工具类计量器具可在使用前安排一次性检定；对C类计量器具要进行监督管理，如采用不定期抽查和比对的方式对其进行校对。

（4）工程开工前，项目部应根据项目质量计划、施工组织设计、施工方案对检测设备的精度要求和生产需要，编制“计量器具配置计划”。依据计量检定规程，按规定的检定周期，结合实际使用情况，合理安排送检计量器具，确保计量器具使用前已按规定要求检定合格。

（5）由本单位自行检定的计量器具，应制订检定计划，按时进行检定。没有国家承认的标准基准时，本单位可根据国家、部颁标准或测量设备制造厂家提供的使用说明，制定核准认定的标准，进行定期核准。

二、计量监督

1. 监督和贯彻实施计量法律法规的职责

国务院计量行政部门和县级以上地方人民政府计量行政部门监督和贯彻实施计量法律法规的职责是：

（1）贯彻执行国家计量工作的方针、政策和规章制度，推行国家法定计量单位；

（2）制定和协调计量事业的发展规划，建立计量基准和社会公用计量标准，组织量值传递；

（3）对制造、修理、销售、使用计量器具实施监督；

（4）进行计量认证，组织仲裁检定，调解计量纠纷；

（5）监督检查计量法律法规的实施情况，对违反计量法律法规的行为，按照本细则的有关规定进行处理。

2. 计量管理人员

县级以上人民政府计量行政部门的计量管理人员，负责执行计量监督、管理任务；计量监督员负责在规定的区域、场所巡回检查。计量监督员必须经考核合格后，由县级以上人民政府计量行政部门任命并颁发监督员证件。

3. 计量检定机构

（1）县级以上人民政府计量行政部门依法设置的计量检定机构，为国家法定计量检定机构。其职责是：负责研究建立计量基准、社会公用计量标准，进行量值传递，执行强制检定和法律规定的其他检定、测试任务，起草技术规范，为实施计量监督提供技术保证，并承办有关计量监督工作。

（2）县级以上人民政府计量行政部门可以根据需要，采取以下形式授权其他单位的计量检定机构和技术机构，在规定的范围内执行强制检定和其他检定、测试任务。

1）授权专业性或区域性计量检定机构，作为法定计量检定机构；

2）授权建立社会公用计量标准；

3）授权某一部门或某一单位的计量检定机构，对其内部使用的强制检定计量器具执行强制检定；

4）授权有关技术机构，承担法律规定的其他检定、测试任务。

4. 计量检定人员

国家法定计量检定机构的计量检定人员，必须经县级以上人民政府计量行政部门考核合格，并取得计量检定证件。其他单位的计量检定人员，由其主管部门考核发证。无计量检定证件的，不得从事计量检定工作。计量检定人员的技术职务系列，由国务院计量行政部门会同有关主管部门制定。

5. 产品质量检验机构的计量认证

（1）为社会提供公证数据的产品质量检验机构，必须经省级以上人民政府计量行政部门计量认证。产品质量检验机构计量认证的内容包括：

1）计量检定、测试设备的工作性能；

2）计量检定、测试设备的工作环境和人员的操作技能；

3）保证量值统一、准确的措施及检测数据公正可靠的管理制度。

（2）产品质量检验机构提出计量认证申请后，省级以上人民政府计量行政部门应指定所属的计量检定机构或者被授权的技术机构进行考核，考核合格后，由接受申请的省级以上人民政府计量行政部门发给计量认证合格证书。未取得计量认证合格证书的，不得开展产品质量检验工作。

1H431020 建设用电及施工的法律规定

1H431021 工程建设用电规定

一、工程建设用电的一般规定

工程建设单位需新装用电、临时用电、增加用电容量、变更用电和终止用电都必须按相关法律规定，事先到供电企业用电营业场所提出申请，办理手续。

（一）工程建设用电申请的基本规定

1. 工程建设用电申请内容

工程建设用电申请内容主要包括：用电申请书的审核、供电条件勘查、供电方案确定及批复、有关费用收取、受电工程设计的审核、施工中间检查、竣工检验、供用电合同（协议）签约、装表接电等项业务。

2. 工程建设用电申请资料

（1）建设工程申请用电时，应向供电企业提供用电工程项目批准的文件及有关的用电资料，主要包括：用电地点、电力用途、用电性质、用电设备清单、用电负荷、保安电力、用电规划等。并依照供电企业规定的格式如实填写用电申请书及办理所需手续。

（2）新建工程在立项阶段，用户应与供电企业联系，就工程供电的可能性、用电容量和供电条件等达成意向性协议，方可定址，确定项目。

（3）未按规定办理的，供电企业有权拒绝受理其用电申请。如因供电企业供电能力不足或政府规定限制的用电项目，供电企业可通知用户暂缓办理。

（4）对于减少合同约定的用电容量、临时更换大容量变压器、用户暂停、用户暂换、用户迁址、用户移表、用户更名或过户、用户分户和并户、用户销户和改变用电类别等用户变更用电，同样也应事先提出申请，并携带有关证明文件，到供电企业用电营业场所办理手续，变更供用电合同。

3. 工程建设用电办理手续

申请新装用电、临时用电、增加用电容量、变更用电和终止用电，应当依照规定的程序办理手续。

（1）总承包合同约定，工程项目的用电申请由承建单位负责或者仅是施工临时用电由承建单位负责申请，则施工总承包单位需携带建设项目用电设计规划或施工用电设计规划，到工程所在地管辖的供电部门，依法按程序、制度和收费标准办理用电申请手续。

（2）用户办理申请用电手续时要签订协议或合同，规定供电和用电双方的权利和义务，用户有保护供电设施不受危害，确保用电安全的义务，同时还应明确双方维护检修的界限。

（3）用户新装或增加用电，在供电方案确定后，应按国家的有关规定向供电企业交纳新装增容供电补贴费。

（4）用户遇有特殊情况，需要延长供电方案有效期的，应在有效期到期前十天向供电企业提出申请，供电企业应视情况予以办理延长手续。但延长时间不得超过规定期限，高压供电方案的有效期为一年，低压供电方案的有效期为三个月。

（5）工程建设项目地处偏僻，虽用电申请已受理，但自电网引入的线路施工和通电尚需一段时间，而工程又急需开工，则总承包单位通常是用自备电源（如柴油发电机组）先行解决用电问题。此时，总承包单位要告知供电部门并征得同意。同时要妥善采取安全技术措施，防止自备电源误入市政电网。

（6）承包单位如果仅申请施工临时用电，那么，施工临时用电结束或施工用电转入建设项目电力设施供电，则总承包单位应及时向供电部门办理终止用电手续。

（二）供用电协议内容和双方责任

1. 供用电协议应具有的内容

供电企业和工程建设或施工单位应当在供电前根据工程建设需要和供电企业的供电能力签订供用电协议（合同）。供用电协议（合同）应当具备以下内容：

（1）供电方式、供电质量和供电时间；

（2）用电容量和用电地址、用电性质；

（3）计量方式和电价、电费结算方式；

（4）供用电设施维护责任的划分；协议（合同）的有效期限；

（5）违约责任，以及双方共同认为应当约定的其他条款。

2. 供用电协议双方责任

供电企业应当按照合同约定的数量、质量、时间、方式、合理调度和安全供电。用户应当按照合同的数量、条件用电，交付电费和国家规定的其他费用。

二、工程建设临时用电的相关规定

（一）工程建设临时用电的准用程序

1. 施工单位应根据国家有关标准、规范和施工现场的实际负荷情况，编制施工现场“临时用电施工组织设计”，并协助业主向当地电业部门申报用电方案。

2. 按照电业部门批复的方案及临时用电安全技术规范进行临时用电设备、材料的采购和施工。

3. 对临时用电施工项目进行检查、验收，并向电业部门提供相关资料，申请送电。

4. 经电业部门检查、验收和试验，同意送电后送电开通。

（二）工程建设临时用电施工组织设计的编制

1. 临时用电通常根据用电设备总容量的不同，应编制安全用电技术措施和电气防火措施，或临时用电施工组织设计。

2. 供用电施工方案或施工组织设计应经审核、批准后实施。

3. 临时用电施工组织设计主要内容应包括：工程概况，编制依据，用电施工管理组织机构，配电装置安装、防雷接地安装、线路敷设等施工内容的技术要求，安全用电及防火措施。

（三）工程建设临时用电的检查

1. 临时用电工程安装完毕后，由安全部门组织检查验收，参加人员有监理单位代表、主管临时用电安全的项目部领导、有关专业技术人员、施工现场主管人员、临时用电施工组织设计编制人员、电工班长及安全员。必要时请主管部门代表和建设单位的代表参加。

2. 临时用电工程检查内容包括：架空线路、电缆线路、室内配线、照明装置、配电室与自备电源、各种配电箱及开关箱、配电线路、变压器、电气设备安装、电气设备调试、接地与防雷、电气防护等。

3. 检查情况应做好记录，并要由相关人员签字确认。

4. 临时用电工程应定期检查。施工现场每月一次，基层公司每季一次。基层公司检查时，应复测接地电阻值，对不安全因素，必须及时处理，并应履行复查验收手续。

5. 临时用电安全技术档案应由主管现场的电气技术人员建立与管理，其中的电工维修记录可指定电工代管，并于临时用电工程拆除后统一归档。

三、工程建设用电计量的规定

（一）用电计量装置

1. 用电计量装置及其相关规定

（1）用电计量装置包括计费电能表（有功、无功电能表及最大需量表）和电压、电流互感器及二次连接线导线。计费电能表及附件的购置、安装、移动、更换、校验、拆除、加封、启封及表计接线等，均由供电企业负责办理，施工单位应提供工作上的方便。

（2）用电计量装置的量值指示是电费结算的主要依据，依照有关法规规定该装置属强制检定范畴，由省级计量行政主管部门依法授权的检定机构进行检定合格，方为有效。

2. 计量装置的设计和施工要求

计量装置的设计应征得当地供电部门认可，施工单位应严格按施工设计图纸进行安装，并符合相关国家现行标准或规范。安装完毕应由供电部门检查确认。

例如，某机电工程公司施工现场临时用电工程安装完毕后，随即向当地供电公司申请供电，供电公司检查了该临时用电工程，发现该工程使用的用电计量装置是由该市检定技术最好的机构检定，并出具有合格证明，于是供电部门批准送电。这种做法是错误的，因为用电计量装置只有省级计量行政主管部门依法授权的检定机构进行检定合格，并取得证明才是正确的。

（二）用电计量装置的安装

1. 用电计量装置安装后的加封和签章

供电企业在新装、换装及现场校验后应对用电计量装置加封，并请施工单位在工作凭证上签章。

2. 不同电价类别或总体安装计量装置

供电企业应在建设项目每一个受电点内按不同电价类别，分别安装用电计量装置；在用户受电点内难以按电价类别分别装设用电计量装置时，可装设总的用电计量装置，然后按其不同电价类别的用电设备容量的比例或实际可能的用电量，确定不同电价类别用电量的比例或定量进行分算，分别计价。

3. 工程建设高压成套设备计费电能表的认定

高压用户的成套设备中装有自备电能表及附件时，经供电企业检验合格、加封并移交供电企业维护管理的，可作为计费电能表。

4. 不同电压等级建设项目对电能计量装置的要求

对 10kV 及以下电压供电的用户，应配置专用的电能计量柜（箱）；对 30kV 及以上电压供电的用户，应有专用的电流互感器二次线圈和专用的电压互感器二次连接线，并不得与保护、测量回路共用。电压互感器专用回路的电压降不得超过允许值。超过允许值时，应予以改造或采取必要的技术措施予以更正。

5. 用电计量装置安装位置的原则

（1）用电计量装置原则上应装在供电设施的产权分界处。如产权分界处不适宜装表的，对专线供电的高压用户，可在供电变压器输出端装表计量；对公用线路供电的高压用户，可在用户受电装置的低压侧计量。

（2）当用电计量装置不安装在产权分界处时，线路与变压器损耗的有功与无功电量均须由产权所有者负担。在计算用户基本电费（按最大需量计收时）、电度电费及功率因数调整电费时，应将上述损耗电量计算在内。

6. 工程建设退补相应电量的电费规定

由于计费计量的互感器、电能表的误差及其连接线电压降超出允许范围或其他人为原因致使计量记录不准时；以及用电计量装置接线错误、保险熔断、倍率不符等原因，使电能计量或计算出现差错时，供电企业应按电力法相关规定向用户退补相应电量的电费。

（三）临时用电计量装置安装和计量要求

1. 临时用电安装用电计量装置的要求

临时用电的施工单位，只要有条件就应安装用电计量装置。对不具备安装条件的，可按其用电容量、使用时间、规定的电价计收电费。

2. 临时用电未安装用电计量装置的计量要求

临时用电用户未安装用电计量装置的，供电企业应根据其用电容量，按双方约定的每日使用时数和使用期限预收全部电费。用电终止时，如实际使用时间不足约定期限二分之一的，可退还预收电费的二分之一；超过约定期限二分之一的，预收电费不退；到约定期限时，则终止供电。

四、施工用电的安全规定

（一）施工单位安全用电行为规定

1. 不得擅自改变用电类别。
2. 不得擅自超过合同约定的容量用电。
3. 不得擅自超过计划分配的用电指标。
4. 不得擅自使用已办理暂停使用和被查封的电力设备。

施工单位不允许擅自使用已经在供电企业办理暂停使用手续的电力设备，也不允许擅自启用已经被供电企业查封的电力设备。

5. 不得擅自迁移、更动或者操作供电企业在用户的受电设备。

施工单位不得擅自迁移、更动或者擅自操作供电企业的用电计量装置、电力负荷控制装置、供电设施以及约定由供电企业调度的施工单位受电设备。

6. 不得擅自引入、供出电源或者将自备电源擅自并网。

未经供电企业许可，施工单位不允许擅自引入外来电源，不允许擅自将现有电源供出，不允许擅自将自备电源并网。

（二）施工单位安全用电事故报告规定

施工过程中对于出现人身触电死亡；导致电力系统停电；专线掉闸或全厂停电；电气火灾；重要或大型电气设备损坏、停电期间向电力系统倒送电等事故的，施工单位应及时向供电部门报告。

（三）中止施工单位用电的规定

下列情形之一的，经批准或事后报告就可中止供电：

1. 危害供用电安全，扰乱供用电秩序，拒绝检查者；
2. 受电装置经检查不合格，在指定期间未改善者；
3. 拒不在限期内拆除私增用电容量者；
4. 私自向外转供电力者；
5. 违反安全用电、计划用电有关规定，拒不改正者；
6. 不可抗力和紧急避险；
7. 确有窃电行为。

1H431022 电力设施保护区内施工作业的规定

一、电力设施

电力设施是指一切发电、变电、送电和供电有关设施的总称。即凡是发电厂、变电所（站）区域内的发电设施、变电设施、送电设施以及厂、所区域外的供电、输电设施和辅助设施等，都属于电力设施。

二、电力设施的保护范围

（一）发电厂、变电站（所）设施的保护范围

1. 厂、站内设施的保护范围

发电厂、变电所（站）、换流站、开关站等设施。

2. 厂、站外设施的保护范围

发电厂、变电所（站）外各种专用的管道（沟）、储灰场、水井、泵站、冷却水塔、油库、堤坝、铁路、道路、桥梁、码头、燃料装卸设施、防雷装置、消防设施及其有关辅助设施。

（二）电力设施的保护范围

1. 电力线路设施保护范围

包括架空电力线路的杆塔、基础、拉线、接地装置、导线、避雷针、金具、绝缘子、登杆塔的爬梯和脚钉，以及导线跨越航道的保护设施、巡线站和保线站，巡视检修专用道路、船舶和桥梁、标志牌及辅助设施等。

2. 电力电缆线路设施保护范围

包括架空电力电缆、地下电力电缆、水底电力电缆、电缆管道、电缆隧道、电缆沟、电缆桥、电缆井、电缆联结装置、盖板、人孔、标石、水线标志牌及辅助设施等。

3. 线路相关设施保护范围

电力线路中使用的有关设施，包括电力线路上的变压器、电容器、断路器、刀闸、避雷器、互感器、熔断器、计量仪表装置、配电室、箱式变电站及辅助设施等。

4. 电力调度设施保护范围

包括电力调度场所、电力调度通信设施、电网调度自动化设施、电网运行控制设施。

三、电力设施保护区

电力设施保护区，是指国家为了保护电力设施的安全，有关单位依法在电力设施周围划定的保护其安全，而禁止从事某些行为的区域。

（一）架空电力线路保护区

1. 不同电压等级架空电力线路保护区

架空电力线路保护区，是指导线边线向外侧水平延伸并垂直于地面所形成的两平行面内的区域，不同电压等级架空电力线路保护距离见表 1H431022-1。

不同电压等级架空电力线路保护距离　　表 1H431022-1

序号	架空电力线路电压等级	外侧水平延伸距离
1	1～10kV	5m
2	35～110kV	10m
3	154～330kV	15m
4	500kV	20m

特殊情况下，例如在厂矿、城镇等人口比较密集的地区，架空电力线路保护区域可略小于上述规定。但是各级电压导线边缘延伸的距离，不应当小于该导线边线在最大计算弧垂及最大计算风偏后的水平距离，以及风偏后导线边线距建筑物的安全距离之和。该规定的目的是防止导线因风力影响与建筑相碰而造成电力线路短路，发生停电事故。

例如，某施工项目部要在 220kV 的超高压电力线路区域进行施工作业，经测算该线路的最大风偏的水平距离为 0.5m，风偏后距施工建筑物的安全距离为 15m，则导线边缘延伸的距离应为 15.5m。

2. 施工现场架空线路与道路等设施的最小距离

施工现场供用电架空线路与施工现场道路、在建工程（含脚手架）、临时建（构）筑物等设施的最小距离，见表 1H431022-2。

施工现场架空线路与道路等设施的最小距离　　表 1H431022-2

类别	电压 距离 等级方式	架空线电压等级	
		1kV 及以下	10kV 及以下
与施工现场道路	距道路边沿最小水平距离	0.5m	1.0m
	距路面最小垂直距离	6.0m	7.0m

续表

类别	电压 距离 等级方式	架空线电压等级	
		1kV及以下	10kV及以下
与在建工程（含脚手架）	最小水平距离	7.0m	8.0m
与临时建（构）筑物	最小水平距离	1.0m	2.0m

（二）电力电缆线路保护区

1. 地下、海底和江河电缆保护区域，见表1H431022-3。

地下、海底和江河电缆保护区域 表1H431022-3

序号	电缆环境	两侧水平延伸距离
1	地下电缆	0.75m
2	海底电缆	2海里（港内为两侧各100m）
3	江河电缆	100m（中小河流一般不小于各50m）

2. 施工现场直埋电缆与管道等设施平行交叉距离，见表1H431022-4。

直埋电缆与管道等设施平行交叉距离 表1H431022-4

直埋电缆与管道等设施状况		平行	交叉
与地下管沟	热力管沟	2.0m	0.5m
	油管或易燃气管道	1.0m	0.5m
	其他管道	0.5m	0.5m
与建筑物基础		躲开散水宽度	—
与道路边、树木主干、1kV以下架空线电杆		1.0m	—
与1kV以上架空线杆塔基础		4.0m	—

四、电力设施保护区内施工应遵守的规定

（一）架空电力线路保护区施工应遵守的规定

凡是需要在架空电力线路保护区内进行农田水利基本建设工程及打桩、钻探、开挖等作业；起重机械的任何部位进入架空电力线路保护区进行施工；小于导线距穿越物体之间的安全距离，通过架空电力线路保护区；在电力电缆线路保护区内进行作业等。必须经县级以上地方电力主管部门的批准，并采取了安全措施后，方可进行作业或活动。

1. 保护区施工的基本规定

（1）不得堆放建筑安装垃圾、易燃物、易爆物及其他影响安全供电的物品；

（2）不得烧荒、焚烧建筑安装废弃物；

（3）不得兴建建筑物、构筑物；

（4）不得种植可能危及电力设施安全的植物。

2. 保护区内打桩或钻探作业规定

（1）打桩或钻探作业时的机械振动，不得对架空电力线路塔杆及其基础产生不良影响；

（2）打桩或钻探机具的高度，以及打桩或钻探机具一旦倾倒是否会危及架空电力线

路、杆塔及其拉线的距离，一般不得小于打桩或钻探机具高度的 1.5 倍。

3. 保护区内取土规定

（1）各电压等级的杆塔周围禁止取土的范围是：35kV、110～220kV、330～500kV 的范围分别为 4m、5m、8m。

（2）取土坡度一般不得大于 45°。特殊情况由县以上地方电力主管部门另定。

例如，沙地取土时，坡度应当更小一些。这样规定是为了防止将杆塔基础掏空或垂直取土的现象发生。

（3）预留通道规定。取土时必须预留巡视、检修线路的人员、车辆通行的通道。

（二）电力电缆线路保护区内施工应遵守的规定

1. 在地下电缆保护区施工应遵守的规定

不得在地下电缆保护区内堆放建筑安装垃圾、矿渣，因为这些物品将影响对地下电缆的维护和事故抢修；不得在地下电缆保护区内堆放易燃物、易爆物，倾倒酸、碱、盐及其他有害化学物品，因为这些物品有害于电缆的安全，会造成电力电缆的损坏。

2. 在海底电缆保护区施工应遵守的规定

不得在海底电缆保护区内抛锚、拖锚，因为这容易挂碰电缆，甚至拉断电缆，使供电中断，危害电力安全。

3. 在江河电缆保护区施工应遵守的规定

不得在江河电缆保护区内抛锚、拖锚、炸鱼、挖沙，因为这容易碰断、挂断、炸断水下电缆，使供电中断，危害公共安全。

（三）电力设施保护区内安全施工前的规定

1. 进行图纸会审

在电力设施保护区内施工作业，往往发生在建设项目红线范围外，因为规划设计建设项目时，要考虑避开保护区或迁移电力设施。如无法避开或迁移，则设计的总图要明确标示电力设施保护区的范围，这在图纸会审中要加以注意。

2. 编制施工方案

（1）发生在电力设施保护区内安装作业施工，主要是开挖地下管沟和大件吊装或卸载，以及爆破作业等。因此，制定施工方案前先要摸清周边电力设施的实情。

（2）在方案中应专门制定保护电力设施的安全技术措施，并写明要求在作业时请电力设施的管理部门派员监管。

（3）在编制施工方案时，尽量邀请电力管理部门或电力设施管理部门派员参加，以使方案更加切实可行。

3. 施工方案报批

施工方案编制完成后，报经电力管理部门批准后执行。

1H431030 特种设备的法律规定

1H431031 特种设备的范围与分类

一、特种设备的范围

特种设备是对人身和财产安全有较大危险性设备的总称，包括生产（设计、制造、安

装、改造、修理)、经营、使用、检验、检测及其监督管理。

(1)《中华人民共和国特种设备安全法》规定的特种设备，是指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场（厂）内专用机动车辆，以及法律、行政法规规定适用《中华人民共和国特种设备安全法》的其他特种设备。

(2) 特种设备范围不仅限于通常所讲的“八类设备”，即其他法律、行政法规规定适用《中华人民共和国特种设备安全法》的设备，也应视为特种设备。

(3) 核设施、航空航天器和军事装备上使用的特种设备的安全监督管理不适用《中华人民共和国特种设备安全法》。

(4) 铁路机车、海上设施和船舶、矿山井下使用的特种设备以及民用机场专用设备的安全监督管理，房屋建筑工地、市政工程工地用起重机械和场（厂）内专用机动车辆的安装、使用的监督管理，由有关部门依照《中华人民共和国特种设备安全法》和其他有关法律的规定实施。

二、特种设备的分类

特种设备安全法授权国务院对特种设备采用目录管理方式，由国务院决定将哪些设备和设施纳入特种设备范围。以目录的形式明确实施监督管理的特种设备具体种类、品种范围，是为了明确各部门的责任，规范国家实施安全监督管理工作。

特种设备目录中特种设备的种类包括：锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场（厂）内专用机动车辆。

1. 锅炉

锅炉，是指利用各种燃料、电或者其他能源，将所盛装的液体加热到一定的参数，并通过对外输出介质的形式提供热能的设备，其范围规定为设计正常水位容积大于或者等于30L，且额定蒸汽压力大于或者等于0.1MPa（表压）的承压蒸汽锅炉；出口水压大于或者等于0.1MPa（表压），且额定功率大于或者等于0.1MW的承压热水锅炉；额定功率大于或者等于0.1MW的有机热载体锅炉。

2. 压力容器

压力容器，是指盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于0.1MPa（表压）的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体、容积大于或者等于30L且内直径（非圆形截面指截面内边界最大几何尺寸）大于或者等于150mm的固定式容器和移动式容器；盛装公称工作压力大于或者等于0.2MPa（表压），且压力与容积的乘积大于或者等于1.0MPa·L的气体、液化气体和标准沸点等于或者低于60℃液体的气瓶；氧舱。

3. 压力管道

压力管道，是指利用一定的压力，用于输送气体或者液体的管状设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于0.1MPa（表压），介质为气体、液化气体、蒸汽或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体，且公称直径大于或者等于50mm的管道。公称直径小于150mm，且其最高工作压力小于1.6MPa（表压）的输送无毒、不可燃、无腐蚀性气体的管道和设备本体所属管道除外。其中，石油天然气管道的安全监督管理还应按照《安全生产法》《石油天然气管道保护法》等法律法规实施。

4. 电梯

电梯，是指动力驱动，利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级（踏步），进行升降或者平行运送人、货物的机电设备，包括载人（货）电梯、自动扶梯、自动人行道等。非公共场所安装且仅供单一家庭使用的电梯除外。

5. 起重机械

起重机械，是指用于垂直升降或者垂直升降并水平移动重物的机电设备，其范围规定为额定起重量大于或者等于 0.5t 的升降机；额定起重量大于或者等于 3t（或额定起重力矩大于或者等于 40t・m 的塔式起重机，或生产率大于或者等于 300t/h 的装卸桥），且提升高度大于或者等于 2m 的起重机；层数大于或者等于 2 层的机械式停车设备。

6. 客运索道

客运索道，是指动力驱动，利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备，包括客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道等。非公用客运索道和专用于单位内部通勤的客运索道除外。

7. 大型游乐设施

纳入《特种设备目录》种类的大型游乐设施，是指用于经营目的，承载乘客游乐的设施，其范围规定为设计最大运行线速度大于或者等于 2m/s，或者运行高度距地面高于或者等于 2m 的载人大型游乐设施。用于体育运动、文艺演出和非经营活动的大型游乐设施除外。

8. 场（厂）内专用机动车辆

场（厂）内专用机动车辆，是指除道路交通、农用车辆以外仅在工厂厂区、旅游景区、游乐场所等特定区域使用的专用机动车辆，包括机动工业车辆中的叉车和非公路旅游观光车。

1H431032 特种设备制造、安装、改造的许可制度

一、特种设备生产的许可制度

（一）设立特种设备生产许可制度的目的

1. 特种设备生产许可制度是一项重要的市场准入制度，是特种设备安全监察的一项重要行政管理措施。为提高行政效率，提高安全监察工作有效性，同时在保障安全的前提下，尽可能降低社会安全成本，国务院特种设备安全监督管理部门应根据不同类别特种设备产品特点、危险性、复杂程度，及特种设备设计、制造、安装、改造、修理单位生产活动的不同特点等，按照分类监督管理的原则设计、建立、实施特种设备生产许可制度。

2. 特种设备的设计决定了设备材料、参数、主要制造方法、检验检测方法、使用中应注意的安全要求等重要内容，对安全影响较大，而且是所有生产环节的源头，一旦出现错误会导致一系列错误发生，造成严重经济损失，所以必须严格管理。目前，我国对压力容器、压力管道设计单位进行许可管理。

3. 锅炉、压力容器制造许可制度在我国实行有近 30 年的历史，对保障锅炉压力容器质量、规范市场起到了重要作用。电梯、起重机械、大型游乐设施及部分场（厂）内专用机动车辆、压力管道元件原来实行工业产品生产许可制度，2003 年初把原来实行工业产品生产许可证制度的上述产品纳入特种设备制造许可，实现了所有特种设备全过程安全监察，促进了这些特种设备安全水平的提高。

4. 锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械等特种设备安装、改造许可制度对保证特种设备质量、规范市场起到了重要作用。由于大多数特种设备是在使用现场完成整台设备最后的安装、调试和功能试验等步骤，现场安装等同于整机出厂产品的安装车间，有效控制安装质量是保证特种设备本质安全的一个最重要的环节，必须通过实施市场准入予以控制；而改造、修理就相当于制造的一种特定形式，改造、修理许可本身就是制造许可的一种特殊形态。

（二）特种设备生产单位许可

1. 压力管道设计、安装许可

压力管道设计、安装许可参数级别见表 1H431032-1

压力管道设计、安装许可参数级别　　表 1H431032-1

许可级别	许可范围	备注
GA1	1. 设计压力大于或者等于 4.0MPa（表压，下同）的长输输气管道； 2. 设计压力大于或者等于 6.3MPa 的长输输油管道	GA1 级覆盖 GA2 级
GA2	GA1 级以外的长输管道	—
GB1	燃气管道	—
GB2	热力管道	—
GC1	1. 输送《危险化学品目录》中规定的毒性程度为急性毒性类别 1 介质、急性毒性类别 2 气体介质和工作温度高于其标准沸点的急性毒性类别 2 液体介质的工艺管道； 2. 输送《石油化工企业设计防火标准》GB 50160—2008（2018 年版）、《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018 年版）中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或者甲类可燃液体（包括液化烃），并且设计压力大于或者等于 4.0MPa 的工艺管道； 3. 输送流体介质，并且设计压力大于或者等于 10.0MPa，或者设计压力大于或者等于 4.0MPa 且设计温度高于或者等于 400℃的工艺管道	GC1 级、GCD 级覆盖 GC2 级
GC2	1. GC1 级以外的工艺管道； 2. 制冷管道	—
GCD	动力管道	—

注：GA1、GA2 级压力管道的设计、安装许可由国家市场监督管理总局负责实施，其他级别的压力管道设计、安装许可由国家市场监督管理总局授权省级市场监督管理部门实施或由省级市场监督管理部门实施。

2. 固定式压力容器制造、安装、修理、改造许可

（1）固定式压力容器制造（含安装、修理、改造）

1）大型高压容器（A1）、球罐（A3）、非金属压力容器（A4）、超高压容器（A6）的制造（含安装、修理、改造）许可由国家市场监督管理总局负责。

2）其他高压容器（A2）、中、低压容器（D）制造（含安装、修理、改造）由国家市场监督管理总局授权省级市场监督管理部门或由省级市场监督管理部门负责实施。

3）大型高压容器是指内径大于或等于 2m 的高压容器。

4）超大型压力容器是指因直径过大无法通过公路、铁路运输的压力容器。专门从事超大型中低压非球形压力容器分片现场制造的单位，应取得相应级别的压力容器制造许可（许可证书注明超大型中低压非球形压力容器现场制造），持有 A3 级压力容器制造许可证的制造单位可以从事超大型中低压非球形压力容器现场制造。

5）覆盖关系：A1 级覆盖 A2、D 级，A2 级覆盖 D 级。

（2）固定式压力容器安装级别

1）固定式压力容器安装不单独进行许可，各类气瓶安装无需许可。

2）压力容器制造单位可以设计、安装与其制造级别相同的压力容器和与该级别压力容器相连接的工艺管道（易燃易爆有毒介质除外，且不受长度、直径限制）；任一级别安装资格的锅炉安装单位或压力管道安装单位均可进行压力容器安装。

3）压力容器改造和重大修理由取得相应级别制造许可的单位进行，不单独进行许可。

3. 锅炉安装（散装锅炉除外）、修理、改造许可

锅炉安装（散装锅炉除外）许可参数级别见表 1H431032-2。

锅炉安装（散装锅炉除外）许可参数级别　　表 1H431032-2

许可参数级别	许可范围	备注
A	额定出口压力大于 2.5MPa 的蒸汽和热水锅炉	A 级覆盖 B 级。 A 级锅炉安装覆盖 GC2、GCD 级压力管道安装
B	额定出口压力小于等于 2.5MPa 的蒸汽和热水锅炉；有机热载体锅炉	B 级锅炉安装覆盖 GC2 级压力管道安装

注：1. A 级锅炉制造许可范围还包括锅筒、集箱、蛇形管、膜式壁、锅炉范围内管道及管道元件、鳍片式省煤器，其他承压部件制造由上述制造许可覆盖，不单独进行许可。B 级许可范围的锅炉承压部件由持锅炉制造许可证的单位制造，不单独进行许可。

2. 锅炉制造单位可以安装本单位制造的锅炉（散装锅炉除外），锅炉安装单位可以安装与锅炉相连接的压力容器、压力管道（易燃易爆有毒介质除外，不受长度、直径限制）。

3. 锅炉改造和重大修理，应由取得相应级别的锅炉安装资格的单位或锅炉制造资格的单位进行，不单独进行许可。

4. 锅炉（A）许可由国家市场监督管理总局负责实施；锅炉（B）由国家市场监督管理总局授权省级市场监督管理部门或由省级市场监督管理部门负责实施。

4. 电梯制造（含安装、修理、改造）许可

电梯许可参数级别见表 1H431032-3。

电梯许可参数级别　　表 1H431032-3

设备类别	许可参数级别			备注
	A1	A2	B	
曳引驱动乘客电梯（含消防员电梯）	额定速度 ＞ 6.0m/s	2.5m/s ＜额定速度≤ 6.0m/s	额定速度 ≤ 2.5m/s	A1 级覆盖 A2 和 B 级，A2 级覆盖 B 级
曳引驱动载货电梯和强制驱动载货电梯（含防爆电梯中的载货电梯）	不分级			
自动扶梯与自动人行道	不分级			
液压驱动电梯	不分级			
杂物电梯（含防爆电梯中的杂物电梯）	不分级			

注：曳引驱动乘客电梯（含消防员电梯）（A1、A2）许可由国家市场监督管理总局负责实施，其他级别由国家市场监督管理总局授权省级市场监督管理部门或由省级市场监督管理部门负责实施。

5. 起重机械制造、安装、修理、改造许可

起重机械许可参数级别见表 1H431032-4。

起重机械许可参数级别 表 1H431032-4

设备类别	许可参数级别		备注
	A	B	
桥式、门式起重机	200t 以上	200t 及以下（注）	A级覆盖B级，岸边集装箱起重机、装卸桥纳入 A 级许可
流动式起重机	100t 以上	100t 及以下（注）	A 级覆盖 B 级
门座式起重机	40t 以上	40t 及以下（注）	A 级覆盖 B 级
机械式停车设备	不分级		
塔式起重机、升降机			
缆索起重机			
桅杆起重机			

注：1. t 指额定起重量（吨）。

2. 起重机械制造桥、门式起重机（A）、流动式起重机（A）、门座起重机（A）的许可由国家市场监督管理总局负责实施；其他级别制造许可由国家市场监督管理总局授权省级市场监督管理部门或由省级市场监督管理部门负责实施。

3. 起重机械安装所有级别许可均由国家市场监督管理总局授权省级市场监督管理部门或由省级市场监督管理部门负责实施。

二、特种设备制造、安装、改造单位应当具备的条件

1. 有与制造、安装、改造相适应的专业技术人员。

2. 有与制造、安装、改造相适应的设备、设施和工作场所。

3. 有健全的质量保证、安全管理和岗位责任等制度。

例如，电梯的安装、改造、修理，必须由电梯制造单位或者其委托的依照《中华人民共和国特种设备安全法》取得相应许可的单位进行。电梯制造单位委托其他单位进行电梯安装、改造、修理的，应当对其安装、改造、修理进行安全指导和监控，并按照安全技术规范的要求进行校验和调试。电梯制造单位对电梯安全性能负责。

三、特种设备的施工告知

1. 特种设备安装、改造、修理施工前告知规定

特种设备安装、改造、修理的施工单位应当在施工前将拟进行的特种设备安装、改造、修理情况书面告知直辖市或者设区的市级人民政府负责特种设备安全监督管理的部门后即可施工，告知不属于行政许可。

施工告知的目的是便于安全监督管理部门审查从事活动的有关企业的资格是否符合所从事活动的要求，审查安装的设备是否为合法生产、改造，修理工艺方法是否会降低设备的安全性能等，同时也能够及时掌握新安装设备和在用设备的改动情况，便于安排现场监察和检验工作，便于动态监管，有别于行政许可的性质和功能。

2. 告知方式和内容

（1）告知方式主要包括：送达、邮寄、传真、电子邮件或网上告知。

（2）施工单位应填写《特种设备安装改造维修告知单》。施工单位应提供特种设备许可证书复印件（加盖单位公章）。

四、特种设备安装、改造、修理单位提供竣工资料的规定

特种设备安装、改造、修理竣工后，安装、改造、修理的施工单位应当在验收后30日内将相关技术资料和文件移交特种设备使用单位。特种设备使用单位应当将其存入该特种设备的安全技术档案。

特种设备的安装、改造、修理活动的技术资料是说明其活动是否符合国家有关规定的证明材料，也涉及许多设备的安全性能参数，这些材料与设计、制造文件同等重要，必须及时移交给使用单位，这是施工单位必须履行的义务。为了留出资料的整理时间，规定了验收后30日内移交。验收是指建设单位与施工单位同意结束安装、改造、维修活动，并签署有关验收文件。

1H431033 特种设备的监督检验

一、监督检验的要求

锅炉、压力容器、压力管道元件等特种设备的制造过程和锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安装、改造、重大修理过程，应当经特种设备检验机构按照安全技术规范的要求进行监督检验；未经监督检验或者监督检验不合格的，不得出厂或者交付使用。

1. 监督检验

监督检验是指在特种设备制造或安装过程中，在企业自检合格的基础上，由特种设备安全监督管理部门核准的检验机构对制造或安装单位进行的制造或安装过程进行的验证性检验，属于强制性检验。监督检验的项目、合格标准、报告格式等有明确规定。

2. 承担监督检验工作的单位

承担监督检验工作的检验单位（检验检测机构），应当由负责特种设备安全监督管理的部门核准。检验检测机构是指依法成立，依据相关标准或者技术规范，利用仪器设备、环境设施等技术条件和专业技能，对产品或者法律法规规定的特定对象进行检验检测的专业技术组织。

3. 监督检验的主要工作内容

监督检验应该在企业自检合格的基础上，必须按照国家特种设备监督管理部门颁布的关于监督检验的安全技术规范进行，主要内容有以下几个方面：

（1）对制造、安装过程中涉及安全性能的项目确认核实：如焊接工艺、焊工资格、力学性能、化学成分、无损探伤、载荷试验、出厂编号等重要项目。

（2）对出厂技术资料进行确认。

（3）对受检单位质量管理体系运转情况进行抽查。

监督检验合格后，监督检验单位应按规定的期限出具监督检验报告，报告中应当包括上述三项内容和结论。

二、监督检验的实施

1. 特种设备安全技术规范

特种设备安全技术规范是特种设备监督检验的重要依据。特种设备安全技术规范（TSG），是国家市场监督管理总局依据《中华人民共和国特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》所制定并且颁布的技术规范，主要包括特种设备安全性能、能效指标以及相

应的生产（包括设计、制造、安装、改造、修理，下同）、经营、使用和检验、检测等活动的强制性基本安全要求、节能要求、技术和管理措施等内容。安全技术规范是特种设备法规标准体系的重要组成部分，其作用是将特种设备有关的法律、法规和规章的原则规定具体化。

2. 监督检验安全技术规范

常用特种设备监督检验规范见表 1H431033-1。

常用特种设备监督检验规范（包括相应的修改单） 表 1H431033-1

序号	安全技术规范名称	代号
1	《锅炉安全技术规程》	TSG 11—2020
2	《压力容器监督检验规则》	TSG R7004—2013
3	《压力管道监督检验规则》	TSG D7006—2020
4	《客运索道监督检验和定期检验规则》	TSG S7001—2013
5	《场（厂）内专用机动车辆安全技术监察规程》	TSG N0001—2017
6	《起重机械安装改造重大修理监督检验规则》	TSG Q7016—2016
7	《电梯监督检验和定期检验规则——液压电梯》	TSG T7004—2012
8	《电梯监督检验和定期检验规则——杂物电梯》	TSG T7006—2012
9	《电梯监督检验和定期检验规则——防爆电梯》	TSG T7003—2011
10	《电梯监督检验和定期检验规则——消防员电梯》	TSG T7002—2011
11	《电梯监督检验和定期检验规则——曳引与强制驱动电梯》	TSG T7001—2009
12	《电梯监督检验和定期检验规则——自动扶梯与自动人行道》	TSG T7005—2012

3. 起重机械的首检与定期检验

（1）首次检验

首次检验是指在起重机械使用单位自检的基础上，由检验机构依据《起重机械定期检验规则》TSG Q7015—2016 对不实施安装监督检验的起重机械，在投入使用之前进行的检验。实施首次检验的起重机械还需按规定的定检周期进行定期检验。

（2）实施首次检验的起重机械目录

实施首次监督检验的起重机械目录见表 1H431033-2。

实施首次监督检验的起重机械目录 表 1H431033-2

序号	类别	品种
1	桥式起重机	电动单梁起重机
2	流动式起重机	轮胎起重机
3		履带起重机
4		集装箱正面吊运起重机
5		铁路起重机
6	缆索起重机	—
7	桅杆起重机	—

续表

序号	类别	品种
8	门式起重机	轮胎式集装箱门式起重机
9		轨道式集装箱门式起重机
10		岸边集装箱起重机
11		装卸桥（及卸船机）

（3）定期检验

定期检验是指在起重机械使用单位进行经常性维护保养（简称“维保”）和自行检查（简称“自检”）的基础上，由市场监督管理总局（简称“市场监管总局”）核准的特种设备检验机构（简称“检验机构”），依据《起重机械定期检验规则》TSG Q7015—2016 对纳入使用登记的在用起重机械按照一定的周期进行的检验。

（4）定期检验周期

1）塔式起重机、升降机、流动式起重机每年 1 次。

2）轻小型起重设备、桥式起重机、门式起重机、门座起重机、缆索起重机、桅杆起重机、铁路起重机、旋臂式起重机、机械式停车设备每两年 1 次。

3）吊运熔融金属和炽热金属的起重机每年 1 次。

4. 起重机械的监督检验

（1）起重机械安装（包括新装、移装）、改造、重大修理（统称施工）监督检验（简称“监检”），是指起重机械施工过程中，在施工单位自检合格的基础上，由核准的检验机构对施工过程进行的强制性、验证性检验。

（2）门式起重机中的轮胎式集装箱门式起重机、轨道式集装箱门式起重机、岸边集装箱起重机、装卸桥（特指卸船机）如果采取整机滚装形式出厂，不实施安装监督检验，按照《起重机械定期检验规则》TSG Q7015—2016 的要求实施使用前的首次检验。

（3）塔式起重机、施工升降机在安装监督检验结束后，塔式起重机的爬升和施工升降机的加节作业过程不实施安装监督检验，使用单位应当制定其作业的操作规程，保证作业安全和使用安全性能。

（4）起重机械施工单位应当在施工前将拟进行的起重机械安装、改造、修理情况书面告知设备使用地的市级特种设备安全监督管理部门。

施工单位告知后，填写《起重机械安装改造重大修理监督检验申请表》，向检验机构申请检验，并且提交以下资料：

1）特种设备制造许可证、安装改造维修许可证或者许可受理决定书等许可证明。

2）安全保护装置和电动葫芦型式试验证明。

3）整机型式试验证明或者样机型式试验申请表。

4）特种设备安装改造修理告知书。

5）施工合同和施工方案。

要求的资料为复印件的，应当加盖施工单位的公章。提交的资料如有变更，施工单位应当及时通知检验机构。

（5）实施监督检验的起重机械目录

实施监督检验的起重机械目录见表 1H431033-3。

实施监督检验的起重机械目录　　表 1H431033-3

序号	类别	品种	备注
1	桥式起重机	通用桥式起重机	—
2		防爆桥式起重机	—
3		绝缘桥式起重机	—
4		冶金桥式起重机	—
5		电动葫芦桥式起重机	—
6	门式起重机	通用门式起重机	—
7		防爆门式起重机	—
8		造船门式起重机	—
9		电动葫芦门式起重机	—
10		架桥机	—
11		轮胎式集装箱门式起重机	指采用非整机滚装出厂的形式
12		轨道式集装箱门式起重机	
13		岸边集装箱起重机	
14		装卸桥	
15	塔式起重机	普通塔式起重机	—
16		电站塔式起重机	—
17	门座式起重机	门座起重机	—
18		固定式起重机	—
19	升降机	施工升降机	—
20		简易升降机	—
21	机械式停车设备	—	—

1H432000　机电工程项目施工相关标准

1H432010　工业安装工程施工质量验收统一要求

1H432011　工业安装工程施工质量验收项目的划分

一、工业安装工程的划分

工业安装工程按《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252—2018 划分为：土建工程、钢结构工程、设备工程、管道工程、电气工程、自动化仪表工程、防腐蚀工程、绝热工程、炉窑砌筑工程。

1. 土建工程

（1）检验批可根据施工质量控制和专业验收需要，按设备基础、楼层、施工段或变形缝进行划分。

（2）分项工程可由一个或若干个检验批组成，分项工程可按设备基础、施工工艺、主要工种、材料进行划分。较大型的设备基础可划分为分部或子分部工程。

设备基础是指单独一台设备的基础，每个分项工程中含有若干个检验批。

（3）分部工程的划分应按设备基础类别、建（构）筑物部位或专业确定。

工业安装工程中的设备基础工程可划分为该单位工程中的分部工程，建（构）筑物的分部工程划分可按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013 的要求进行划分。当分部工程量较大时，可将相同部分的工程或独立成体系的工程划分成若干个子分部工程。

（4）具有独立施工条件并能形成独立使用功能的建（构）筑物可划分为一个单位工程（或子单位工程）。

土建工程是工业安装工程中不可缺少的一个组成部分，工业装置中的建（构）筑物可划分为该单位工程的子单位工程。对于具有独立使用功能的工业建筑如办公楼、综合楼等可划分为单位工程。

2. 钢结构工程

（1）按工序或部位划分检验批，便于质量验收，及时控制安装质量。

钢结构安装工程可按变形缝、施工段或空间刚度单元等划分为一个或若干个检验批，多层及高层可按楼层或施工段等划分为一个或若干个检验批，压型金属板的制作和安装可按变形缝、楼层、施工段或屋面、墙面、楼面划分为一个或若干个检验批。

（2）钢结构的分项工程应由若干个检验批组成，钢结构的分项工程应根据现场实际情况来定，设备的钢结构附件可按分项工程划分，以便于检查验收。

如分项工程可按施工工艺、钢结构制作、钢结构焊接、钢结构栓接、钢结构涂装或钢结构防火划分。

较大的且具有独立施工条件的分项工程可划分为分部或子分部工程。

（3）钢结构安装工程可划分为分部工程，大型钢结构安装工程可划分为若干个子分部工程。

工业装置中的钢结构可划分为该单位工程（或子单位工程）中的分部工程。

对于大型钢结构工程，可根据施工特点、施工工序、专业类别、材料种类划分为若干个子分部工程，以便于检查与验收。

3. 设备工程

（1）设备工程分项工程按设备的台（套）或机组划分。

“台”是指独立的一台机器，“套”是指成组的机器。

“机组”指由原动机、传动装置、工作机、控制操纵机构及其他辅助机械组成的系统，能够共同完成一项工作，如汽轮机组、压缩机组、制冷机组、柴油发电机组等。规定体现了设备的完整性和独立性。

（2）同一个单位工程中的设备安装工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。

当分部工程较大或较复杂时，为了方便验收和分清质量责任，可按设备种类、施工特点、施工程序、专业系统及类别等划分为若干个子分部工程。

（3）大型、特殊的设备安装工程可单独构成单位（子单位）工程或划分为若干个分部工程，其分项工程可按工序划分。

由于设备的种类、型号规格繁多，其质量、体积以及构造的复杂程度差异很大，故将同一分部工程中差异很大的设备等同划分为分项工程是不合理的。对于大型、特殊设备，可以根据施工周期、工程量、技术复杂程度等方面的特殊要求，按工序或部位分别进行质量验收，以便于及时控制安装质量。

4. 管道工程

（1）分项工程应按管道介质、级别或材质进行划分。

《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184—2011 和《工业金属管道工程施工规范》GB 50235—2010 的有关规定与特种设备安全技术规范《特种设备生产和充装单位许可规则》TSG 07—2019 对压力管道的分类是协调一致的。

（2）同一个单位工程中的管道工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。

管道工程在各单位工程中一般作为一个分部工程进行质量验收。例如，通常一个车间内不同材质、不同压力等级、不同级别的管道应同属一个分部工程，并以自己的检验结果参加所在单位工程的质量验收。当分部工程较大时，可分为若干个子分部工程，例如，地下工程、管廊工程。

（3）当管道工程具有独立施工条件或使用功能时，可构成一个单位（子单位）工程。

以管道工程为主体，且工程量大、施工周期长的装置区内的管廊工程、地下管网工程等，能够具备独立施工条件或使用功能时，可确定为单位（子单位）工程进行验收。

5. 电气工程

（1）分项工程应按电气设备或电气线路进行划分。

电气装置安装工程的划分与《电气装置安装工程质量检验及评定规程 第 1 部分：通则》DL/T 5161.1—2018 协调一致。

（2）同一个单位工程中的电气安装工程可划分为一个分部工程或若干子分部工程。

（3）当电气安装工程具有独立施工条件或使用功能时，可构成一个单位（子单位）工程。

较大的电气安装工程，如变电装置（大型变电所）可划分为单位（子单位）工程，便于施工验收。

6. 自动化仪表工程

（1）分项工程应按仪表类别和安装试验工序划分。

安装工作将仪表类别和安装工序内容结合起来划分，将试验工作按仪表和系统类别划分，以便于过程控制和检验。

仪表工程按仪表类别和安装工作内容可划分为取源部件安装、仪表盘柜箱安装、仪表设备安装、仪表单台试验、仪表线路安装、仪表管道安装、脱脂、接地、防护等分项工程。主控制室的仪表分部工程可划分为盘柜安装、电源设备安装、仪表线路安装、接地、系统硬件和软件试验等分项工程。

（2）同一个单位工程中的自动化仪表安装工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。

7. 防腐蚀工程

（1）防腐蚀工程可按施工顺序、区段、部位或工程量划分为一个或若干个检验批。

（2）分项工程可由一个或若干个检验批组成，分项工程应按设备台（套）、管道、钢

结构及建（构）筑物所采用防腐蚀材料或衬里的种类划分。

建（构）筑物防腐蚀是指与设备和管道相关联部分，如设备支撑、设备基础和围堰部分、管道支架等。

分项工程按照设备、管道、钢结构、建（构）筑物所采用的防腐蚀材料或耐腐蚀衬里的种类进行划分，防腐蚀材料或耐腐蚀衬里种类繁多，且施工技术要求也各不相同，可按砖板衬里、橡胶衬里、玻璃纤维增强塑料衬里、热塑性塑料衬里、树脂混凝土基础、树脂胶泥和砂浆基础面层、聚合物水泥砂浆面层、防腐蚀涂层等的防腐蚀工程，分别划分为不同的分项工程，对于采用同一种防腐蚀材料或耐腐蚀衬里、工程量较大的设备衬里，可按设备台（套）细分为几个分项工程。

（3）金属设备及管道的基层表面处理可单独构成分项工程。

金属设备、管道的基层表面处理工艺具有相同性，且也有成熟的表面处理质量验收标准，故也可单独按分项工程划分。

（4）同一个单位工程中的设备、管道、钢结构及建（构）筑物防腐蚀工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。

同一单位工程中的设备及管道防腐蚀工程的分部工程划分。通常是指在一个厂房、车间或区域内的全部设备或管道的防腐蚀工程，即为一个分部工程或若干个子分部工程。

8. 绝热工程

（1）绝热工程检验批可根据工程特点按相同的工作介质、相同的工作压力等级、相同的绝热结构划分为同一批次。

（2）分项工程可由一个或若干个检验批组成，分项工程中设备、管道绝热工程应按系统、区段进行划分。

设备、管道绝热工程以相同的工作介质、工作压力等级和绝热结构进行划分。如化工系统罐区的绝热、电力系统电厂主蒸汽管道保温等，均可分别划分为一个或若干个分项工程。

（3）同一单位工程中的设备及管道绝热工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。

分部工程通常是在同一单位工程中的设备及管道绝热工程。例如，在一个厂房、车间或区域内的全部设备或管道的绝热工程，即为一个分部工程或若干个子分部工程。

9. 炉窑砌筑工程

（1）检验批应按部位、层数、施工段或膨胀缝进行划分。

（2）分项工程应按炉窑结构组成或区段进行划分，分项工程可由一个或若干个检验批组成。

如高炉炉底、炉缸等，转化炉辐射段、过渡段和对流段等。当炉窑砌体工程量小于 $100m^3$ 时，可将一座（台）炉窑作为一个分项工程。

（3）分部工程应按炉窑的座（台）进行划分。

较大的分部工程可划分为若干个子分部工程，如一座高炉、一座热风炉、一座均热炉、数台铝电解槽、一座裂解炉等。

当一个分部工程较大，且可以分成两个或两个以上相互独立的工程项目时，则这两个或两个以上相互独立的工程项目也可各自成为一个分部工程（或子分部工程）。

（4）一个独立生产系统或大型的炉窑砌筑工程可划分为一个单位工程。较大的单位工

程可划分为若干个子单位工程。

二、工业安装工程质量验收的划分

1. 按照《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252—2018，工业安装工程施工质量验收应划分为单位工程、分部工程和分项工程。

其中土建工程、钢结构工程、防腐蚀工程、绝热工程和炉窑砌筑工程可根据相应标准划分检验批。

2. 分项工程的划分

（1）划分的一般原则

1）按台（套）、机组、类别、材质、用途、介质、系统、工序等进行划分，并应符合各专业分项工程的划分规定。

2）建立在不同班组进行施工的基础上，综合各专业分项工程划分的常规做法，有利于分清班组施工人员的责任，更有利于检验评定工作的实施。

（2）分项工程与分部工程的关系

1）分项工程的划分应符合有关专业施工质量验收规范的有关规定。

2）若干个分项工程组成一个分部工程，其中对工程质量影响大的分项工程定为主要分项工程。

例如，工业管道工程中，按管道工作介质划分时，氧气管道、煤气管道是易燃、易爆危险介质的管道安装视为主要分项工程。

如果这类管道安装质量低劣，管道内清洗不干净，有焊口缺陷、垫片泄漏，焊后热处理消除应力不当，试压不符合标准，管道焊缝射线探伤数量不符合规定等，投入使用将成为事故的隐患，一旦引发，便会发生爆裂、气体泄漏、火灾或爆炸等重大事故。

3. 分部（子分部）工程的划分

（1）划分的一般原则

1）按专业进行划分，较大的分部工程可划分为若干个子分部工程。该原则便于在相同专业内部对施工质量进行比较，提高质量验收的专业性和可操作性、质量检验评定的准确性和可比性，有利于保证各专业的安装水平。

2）根据工业安装工程的特点，按专业划分为土建、钢结构、设备、管道、电气装置、自动化仪表、防腐蚀、绝热、工业炉砌筑九个分部工程。

（2）分部工程与单位工程的关系

1）若干个分部工程组成一个单位工程。

2）主分部工程。根据单位工程的类别和生产性质，其中有些分部工程在其所在单位工程内部占有较大的投资比例，具有较大的工程量，是生产工艺的主要设备或流程，对于投产后的安全和使用功能均具有举足轻重的影响的分部，工程应视为主分部工程。

例如，在化工厂房（车间）的设备安装分部工程，在汽轮发电机组主厂房的设备安装分部工程，在轧钢车间内的设备安装分部工程，变电站（所）内的电气安装分部工程，主控室内的自动化仪表安装分部工程等都应视为主分部工程。

4. 单位工程的划分

（1）划分的一般原则

按工业厂房、车间（工号）或区域进行划分，较大的单位工程可划分为若干个子单位

工程。该原则便于施工质量管理，易于对某一生产装置的总体质量做出客观的综合评价。

（2）单位工程由各专业安装工程构成

某些专业安装工程若具有独立施工条件或使用功能时，允许单独划分为一个或若干个子单位工程。

如汽轮发电机组主厂房安装工程即可作为一个单位工程，包括主厂房内各专业：机械设备安装有汽轮机、发电机、除氧装置安装等；电气装置安装有变压器、配电盘、柜安装及缆线敷设等；管道安装有蒸汽管道、疏水管道、给水管道安装等；仪表安装有主控室盘、柜、操作台、DCS 系统安装调试等；绝热有蒸汽管道、汽轮机本体外部保温、绝热施工等。

（3）当一个单位工程中仅有某一专业分部工程时，该分部工程应为单位工程。工程量大、施工周期长的工程如大型管网工程、高炉砌筑工程等，可酌情划分为单位工程。

5. 工业安装工程分项、分部、单位工程划分与各专业验收规范之间的关系

对于各专业安装工程检验项目的类别划分及施工质量验收的具体内容，还要遵照国家现行的各专业安装工程施工质量验收的规定。每一专业安装工程的质量验收都应与该专业的施工规范配套使用。

1H432012 工业安装工程分部分项工程质量验收要求

一、工业安装工程施工质量验收的基本规定

1. 工程项目相关方应有健全的质量管理体系。

（1）施工现场项目管理中的质量管理体系是施工单位质量管理体系的组成部分。

（2）不同项目的规模、特点和组织虽然不同，但质量管理体系的总体要求是一致的。

（3）质量管理的基本依据是 GB/T 19000 族质量管理体系标准。

2. 工程施工质量应符合设计文件的要求。

设计文件是施工的依据，设计质量是保证工程质量的重要因素。

3. 施工相关方现场应有相应的施工技术标准。

（1）施工技术标准规范是质量控制和质量检验等工作的依据，包括国家标准、行业标准和企业标准。

（2）对施工现场质量管理，要求有相应的施工技术标准。

4. 工业安装工程施工项目应有施工组织设计和施工技术方案，并应经审核批准。

（1）施工现场应有按程序审批的施工组织设计和施工技术方案。

（2）对涉及结构安全和人身安全的内容，应有明确的规定和相应的措施。

5. 施工现场质量管理的检查可按《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252—2018 中附录 A“施工现场质量管理检查记录”进行。

6. 工业安装工程施工质量的检验应符合下列规定：

（1）工程采用的设备、材料和半成品应按各专业工程设计要求及施工质量验收标准进行检验。

1）设备、材料的质量是保证工程质量的重要方面。

2）现行国家标准《质量管理体系 要求》GB/T 19001—2016 对施工单位的物资采购提出了进行供方评定、选择以及对采购产品进行检验、验证的要求。

3）设备和材料的现场检验包括施工单位采购的物资，也包括建设单位采购的物资，后者在原国家标准《质量管理体系 要求》GB/T 19001—2000 中称为（施工单位）顾客财产，施工单位按照设计要求和施工质量标准实施检验工作。

（2）各专业工程应根据相应的施工标准对施工过程进行质量控制，并应按工序进行质量检验。

（3）相关专业之间应进行施工工序交接检验，并应形成记录。

（4）各专业工程应根据相应的施工标准进行最终检验和试验。

7. 参加工程施工质量验收的各方人员均应具有相应的资格。

8. 工程施工质量的验收应在施工单位自行检验合格的基础上进行。

（1）施工单位的自行检查记录是与建设单位（监理单位）共同验收的基础。

（2）工程施工的整体质量靠每一道工序的质量来保证。

（3）按工序进行质量控制和质量检验，具体按各专业工程施工质量验收规范进行。

（4）工程项目应采用设置质量控制点并对质量控制点重要程度分级的方法对工序质量进行控制和检验。

9. 隐蔽工程验收

（1）应在隐蔽前由施工单位通知有关单位进行验收，并应形成验收文件。

（2）未经检查验收或检验不合格的，不得进入下道工序。

（3）考虑到隐蔽工程在隐蔽后难以检验，因此隐蔽工程在隐蔽前应进行验收，验收合格并签署验收记录后方可继续施工。

10. 为了突出过程控制和质量检查验收的重点内容，检验项目的质量应按主控项目和一般项目进行检验和验收。

11. 为便于现场实施，施工质量的检验方法、检验数量、检验结果记录应符合各专业工程施工质量验收标准的规定。

二、工业安装工程施工质量验收的程序及组织

1. 工业安装工程施工质量验收应按检验项目（检验批）、分项工程、分部工程、单位工程顺序逐级进行验收。

2. 检验项目（检验批）、分项工程应在施工单位自检合格的基础上，由施工单位向建设单位提出报验申请，由建设单位专业工程师（监理工程师）组织施工单位项目专业工程师进行验收，并应填写验收记录。

3. 分部工程应在各分项工程验收合格的基础上，由施工单位向建设单位提出报验申请，由建设单位项目负责人（总监理工程师）组织监理、设计、施工等有关单位项目负责人及技术负责人进行验收，并应填写验收记录。

4. 单位（子单位）工程的验收应在各分部工程验收合格的基础上，由施工单位向监理（建设）单位提出报验申请，由建设单位项目负责人组织监理、设计、施工单位等项目负责人进行验收，并应填写验收记录。

5. 当工程由分包单位施工时，其总承包单位应对工程质量全面负责，并由总承包单位报验。

三、分项工程质量验收

1. 分项工程应在施工单位自检的基础上，由建设单位专业技术负责人（监理工程师）

组织施工单位专业技术质量负责人进行验收。

2. 分项工程质量验收内容：主控项目、一般项目及观感质量。

（1）主控项目是指对安全、卫生、环境保护和公众利益，以及对工程质量起决定性作用的检验项目。对于主控项目是要求必须达到的。

主控项目包括的检验内容主要有：重要材料、构件及配件、成品及半成品、设备性能及附件的材质、技术性能等；结构的强度、刚度和稳定性等检验数据、工程性能检测。如管道的焊接材质、压力试验，风管系统的测定，电梯的安全保护及试运行等。

（2）一般项目是指除主控项目以外的检验项目。其规定的要求也是应该达到的，只不过对影响安全和使用功能的少数条文可以适当放宽一些要求。这些项目在验收时，绝大多数抽查的处（件）其质量指标都必须达到要求。

（3）观感质量验收，采用观察、触摸或简单的方式进行。尽管检查结果并不要求给出“合格”或“不合格”的结论，但其综合给出的质量评价应是“好”或“差”。对于“差”的检查点应通过返修处理等补救。

3. 分项工程质量验收等级划分

分为“合格”或“不合格”两个等级。

4. 分项工程质量验收合格的规定

分项工程所含的检验项目均应符合合格质量的规定；分项工程的质量控制资料应齐全。

5. 分项工程质量验收记录

应由施工单位质量检验员填写，验收结论由建设（监理）单位填写。填写的主要内容有：检验项目；施工单位检验结果；建设（监理）单位验收结论。结论为“合格”或“不合格”。记录表签字人为施工单位专业技术质量负责人、建设单位专业技术负责人、监理工程师。

四、分部（子分部）工程质量验收

1. 分部（子分部）工程质量验收的程序

（1）分部工程是组成单位工程的基本单元，分部工程质量检验评定的结果直接影响单位工程的整体质量。

（2）分部（子分部）工程质量验收应在各分项工程验收合格的基础上，由施工单位向建设单位提出报验申请，由建设单位项目负责人（总监理工程师）组织施工单位和监理、设计等有关单位项目负责人及技术负责人进行验收。

2. 分部（子分部）工程质量验收合格的规定

（1）分部（子分部）工程质量验收等级分为“合格”或“不合格”两个等级。

（2）分部（子分部）工程所含分项工程的质量应全部为合格。

（3）分部（子分部）工程的质量控制资料应齐全。

3. 分部（子分部）工程质量验收记录

（1）分部（子分部）工程质量验收记录的检查评定结论由施工单位填写。

（2）验收结论由建设（监理）单位填写。记录表签字人：建设单位项目负责人、建设单位项目技术负责人，总监理工程师，施工单位项目负责人、施工单位项目技术负责人，设计单位项目负责人；年、月、日等。

（3）填写的主要内容：分项工程名称、检验项目数、施工单位检查评定结论、建设（监理）单位验收结论。结论为“合格”或“不合格”。

1H432013　工业安装工程单位工程质量验收要求

一、单位（子单位）工程质量验收的程序

1. 工业安装工程质量验收的程序：检验批→分项工程→分部工程→单位工程。

2. 单位（子单位）工程完工后，由施工单位向建设单位提出报验申请。

3. 单位（子单位）工程由建设单位项目负责人组织施工单位、监理单位、设计单位等项目负责人进行验收。

二、施工质量验收项目划分的应用

1. 工程中，施工单位、监理单位、建设单位应按审核批准的单位工程、分部工程、分项工程划分文件执行。

2. 已批准的单位工程、分部工程、分项工程划分文件应分别发送到各个专业施工队和各职能管理部门，以利于质量验收评定工作的开展。

3. 将所划分确定的单位工程、分部工程、分项工程进行统一的编码标识，使每一个编码在所有归档资料中具有唯一性，便于施工资料归档。

4. 工业安装工程分项、分部、单位工程划分与各专业验收规范之间的关系：

（1）对于各专业安装工程检验项目的类别划分及施工质量验收的具体内容，还要遵照国家现行的各专业安装工程施工质量验收的规定。

（2）每一专业安装工程的质量验收都应与该专业的施工规范配套使用。

三、承包单位项目部相关部门在验收过程中的质量责任

1. 项目部的质量部门参与对检验批、分项工程、分部（子分部）、单位（子单位）工程验收工作，收集相关的工程验收记录并建立工程质量动态台账。

2. 项目部的工程技术部门参与对检验批、分项工程、分部（子分部）、单位（子单位）工程验收工作，保存好验收记录，负责整理全套验收资料并上交相关单位和部门。

3. 项目部的物资管理部门负责提供、整理所供材料的合格证及试验报告等质量技术资料，使之在验收时具有可追溯性。

4. 项目部的试验部门负责接受试验委托，出示真实可靠的试验数据，提供规范的试验报告，对试验结论负责，并存档备查。

四、总承包单位、分包单位及建设单位的相互关系

1. 总承包单位应按承包合同的权利义务对建设单位负责。

2. 分包单位对总承包单位和建设单位负责。分包单位对承包的项目进行验收时，总承包单位应参加。

3. 验收合格后，分包单位应将工程的有关资料移交给总承包单位，待建设单位组织单位工程质量验收时，分包单位负责人应参加验收。

五、单位（子单位）工程质量验收合格的规定

1. 单位（子单位）工程质量验收分为“合格”或“不合格”两个等级。

2. 单位（子单位）工程质量验收合格应符合的规定：单位（子单位）工程所含分部工程的质量应全部为合格；单位（子单位）工程的质量控制资料应齐全。

六、单位（子单位）工程控制资料检查记录

1. 相关记录表：施工现场质量管理检查记录；分项工程质量验收记录；分部工程质量验收记录；单位工程质量验收记录；单位工程质量控制资料检查记录。

2. 单位（子单位）工程质量控制资料检查记录表中的资料名称和份数应由施工单位填写。检查意见和检查人由建设（监理）单位填写。结论应由参加双方共同商定，建设单位填写。记录表签字人：施工单位项目负责人，建设单位项目负责人（总监理工程师）。

3. 填写的主要内容：图纸会审、设计变更、协商记录、材料合格证及检验试验报告、施工记录、施工试验记录、观测记录、检测报告、隐蔽工程验收记录、试运转记录、质量事故处理记录、中间交接记录、竣工图、分部分项工程质量验收记录。检查意见为“合格”或“不合格”。

七、工业安装工程质量验收评定为“不合格”时工程处理的办法

当工业安装工程项目质量不符合相应专业工程质量验收规范的规定时，应按下列规定处理：

1. 一般情况下，不合格的检验项目应通过对工序质量的过程控制，及时发现和进行返工处理，使其达到合格要求。

2. 对于难以返工又难以确定的质量部位，由有资质的检测单位检测鉴定，其结论可以作为质量验收的依据。

3. 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求，应判定为验收通过。经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验项目，可判定为验收通过。

4. 经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全使用要求，可按技术方案和协商文件进行验收。

5. 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的分部工程、单位（子单位）工程，严禁判定为验收通过。

1H432020 建筑安装工程施工质量验收统一要求

1H432021 建筑安装工程施工质量验收项目的划分

一、质量验收的组织和要求

（一）验收组织

1. 工程质量验收主要由施工单位、建设单位、监理单位、质量监督部门、勘察、设计单位等单位组成。在进行此项工作的全过程中，应做到彼此互相沟通、协同工作，从而达到确保工程质量的共同目标，以保障工程质量验收评定工作顺利开展。

2. 质量验收工作的基础工作在施工单位。施工单位由质量部门、工程技术部门负责此项工作。施工项目由项目部工程技术部门（质量部门）、物资管理部门、调试部门及责任工程师、班组长负责此项工作。

（二）建筑安装工程质量验收要求

1. 建筑安装工程施工质量应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013、《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032—2022 和相关专业验收规范的规定。

2. 建筑安装工程应符合勘察、设计文件的要求。

3. 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。

4. 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行。

5. 隐蔽工程在隐蔽前施工单位应通知监理（建设）单位进行验收，并应形成验收文件，验收合格方可继续施工。

6. 对涉及节能、环境保护和主要使用功能的试件、设备及材料，应按规定进行见证取样检测。

7. 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。

8. 对涉及节能、环境保护和使用功能的重要分部工程应在验收时按规定进行抽样检验。

9. 承担见证取样检测的单位应具有相应资质。

10. 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查，并应共同确认。

（三）建筑安装工程质量验收依据

建筑安装工程质量验收评定依据主要由以下质量验收标准组成：

1.《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242—2002；

2.《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020—2021；

3.《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243—2016；

4.《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303—2015；

5.《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339—2013；

6.《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024—2022；

7.《安全防范工程技术标准》GB 50348—2018；

8.《电梯工程施工质量验收规范》GB 50310—2002；

9.《消防设施通用规范》GB 55036—2022；

10.《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261—2017；

11.《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974—2014；

12.《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251—2017；

13.《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB 50166—2019；

14.《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411—2019；

15.《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015—2021。

以上规范中，对各分项工程的主控项目和一般项目、分部（子分部）工程的验收做了详细的规定。建筑安装工程的分部工程在进行质量验收评定时，依据各专业工程质量验收规范进行评定。

（四）建筑安装工程质量验收的程序

1. 建筑安装工程质量验收是在施工企业自检合格后，再由监理或建设单位进行验收。

2. 验收评定工作的基础工作在施工单位，即主要由施工单位来实施，并经第三方的工程质量监督部门或竣工验收组织来确认。监理（建设）单位在施工过程中负责监督检查，使质量评定准确、真实。

3. 建筑安装工程进行质量验收评定的工作程序是：检验批验评→分项工程验评→分部（子分部）工程验评→单位（子单位）工程验评。

（五）建筑安装工程质量验收的相关记录表

1. 施工现场质量管理检查记录。

2. 检验批质量验收记录；分项工程质量验收记录；分部工程质量验收记录；单位工程质量验收记录。

3. 单位工程质量控制资料核查记录。

4. 单位工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录。

5. 单位工程观感质量检查记录。

二、建筑工程质量验收的划分原则

1. 建筑工程质量验收划分

建筑工程质量验收应划分为单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批。在施工前施工单位应会同监理单位（建设单位）根据《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB 55032—2022 的要求自行商议确定分部工程、分项工程和检验批，并据此收集整理施工技术资料和验收。

2. 单位工程划分的原则

具备独立施工条件并能形成独立使用功能的建筑物或构筑物为一个单位工程；对于规模较大的单位工程，可将其能形成独立使用功能的部分划分为一个子单位工程。

3. 分部工程划分的原则

可按专业性质确定；当分部工程较大或较复杂时，可按材料种类、施工特点、施工程序、专业系统及类别等划分为若干个子分部工程。如建筑给水、排水及供暖分部工程中，按专业系统分为室内给水系统、室内排水系统、室内热水供应系统等 14 个子分部工程。

4. 分项工程划分的原则

可按主要工种、材料、施工工艺、设备类别等进行划分。如建筑给水排水及供暖分部工程中室内供暖系统子分部的分项工程是按施工工艺来划分的。

5. 检验批划分的原则

（1）检验批可根据施工、质量控制和专业验收的需要，按工程量、楼层、施工段或区域、设计系统或设备类别等进行划分。

（2）分项工程划分检验批进行验收有助于及时纠正施工中出现的质量问题，确保工程质量，也符合施工实际需要。安装工程一般按一个设计系统或设备组别划分为一个检验批。

如通风与空调分部工程的分项工程中包含多种材质、施工工艺的风管或管道时，检验批宜按不同材质进行分类。如风管与配件产成品检验批（金属风管）、风管与配件产成品检验批（非金属风管）、风管与配件产成品检验批（复合材料风管）。如建筑电气分部工程供电干线安装工程中分项工程的检验批，可按供电区段和电气竖井的编号划分。电梯分部工程中分项工程的检验批可按每部电梯单独划分。

三、建筑安装工程质量验收的划分

建筑安装工程按专业性质划分为建筑给水、排水及供暖工程，建筑电气工程，通风与空调工程，电梯工程，智能建筑工程、建筑节能工程 6 个分部工程。

1. 建筑给水排水及供暖工程子分部、分项工程的划分

建筑给水排水及供暖工程按专业系统划分为室内给水系统、室内排水系统、室内热水系统、卫生器具、室内供暖系统、室外给水管网、室外排水管网、室外供热管网、建筑中

水系统及雨水利用系统等子分部，每个子分部又由若干个分项工程组成。如卫生器具子分部划分为卫生器具安装、卫生器具给水配件安装、卫生器具排水管道安装、试验与调试4个分项工程。

2. 建筑电气工程子分部、分项工程的划分

建筑电气工程分为室外电气、变配电室、供电干线、电气动力、电气照明、备用和不间断电源和防雷及接地子分部工程，每个子分部工程又由若干个分项工程组成。如防雷及接地子分部工程又划分为接地装置安装、避雷引下线及接闪器安装、建筑物等电位联结、浪涌保护器安装等分项工程。

3. 通风与空调工程子分部、分项工程的划分

通风与空调工程分为送风系统、排风系统、防排烟系统、舒适性空调系统、恒温恒湿空调系统、冷凝水系统、空调（冷、热）水系统、冷却水系统、多联机（热泵）空调系统等子分部工程。每个子分部工程分成若干个分项工程，如送风系统子分部划分为风管与配件制作，部件制作，风管系统安装，风机与空气处理设备安装，风管与设备防腐，系统调试，旋流风口、岗位送风口、织物（布）风管安装等分项工程。

4. 电梯工程子分部、分项工程的划分

电梯工程分为电力驱动的曳引式或强制式电梯、液压电梯、自动扶梯及自动人行道等子分部工程，每个子分部工程又划分成若干个分项工程。如电力驱动的曳引式或强制式电梯子分部工程又划分为设备进场验收、土建交接检验、驱动主机、导轨、门系统、轿厢、对重、安全部件、悬挂装置、随行电缆、补偿装置、电气装置、整机安装等分项工程。

5. 智能建筑工程子分部、分项工程的划分

智能建筑分部工程分为用户电话交换系统、信息网络系统、综合布线系统、有线电视及卫星电视接收系统、公共广播系统、建筑设备监控系统、火灾自动报警系统、安全技术防范系统、机房等子分部工程，每个子分部工程又划分若干个分项工程。如建筑设备监控系统子分部工程划分为梯架、托盘、槽盒和导管安装，线缆敷设，传感器安装，执行器安装，控制器、箱安装，中央管理工作站和操作分站设备安装，软件安装，系统调试，试运行等分项工程。

6. 建筑节能工程子分部、分项工程的划分

建筑节能分部工程（安装部分）分为供暖空调设备及管网节能、电气动力节能、监控系统节能、可再生能源等子分部工程，每个子分部工程又划分若干个分项工程。如供暖空调设备及管网节能子分部工程划分为供暖节能、通风与空调设备节能、空调与供暖系统冷热源节能、空调与供暖系统管网节能等分项工程。

1H432022 建筑安装工程分部分项工程质量验收要求

一、检验批质量验收要求

（一）检验批验收的工作程序

1. 检验批是工程验收的最小单位，是分项工程乃至整个建筑工程质量验收的基础。

2. 组成一个检验批的内容施工完毕，施工单位自检、互检、交接检合格后，经项目专业质检员负责检查评定合格，填写“检验批质量验收记录”，报专业监理工程师组织验评签认。

3. 专业监理工程师对检验批的质量进行验收时，应根据检验项目的特点，可采取抽样方法、宏观检查的方法，必要时进行抽样检测，来确定是否验收通过。

（二）检验批质量验收合格标准

1. 主控项目的质量经抽样检验均应合格、一般项目应符合国家现行相关标准的规定

（1）主控项目

1）主控项目的要求是必须达到的，是保证安装工程安全和使用功能的重要检验项目，是对安全、节能、环境保护和主要使用功能起决定性作用的检验项目，是确定该检验批主要性能的项目。如果达不到主控项目规定的质量指标，降低要求就相当于降低该工程项目的性能指标，导致严重影响工程的安全和使用性能。

2）主控项目包括的检验内容主要有：重要材料、构件及配件、成品及半成品、设备性能及附件的材质、技术性能等。

如管道的压力试验、风管系统的漏风量测试、电梯的安全保护及试运行等。检查测试记录，其数据及项目要符合设计要求和施工验收规范规定。

（2）一般项目

1）一般项目指主控项目以外的检验项目，属检验批的检验内容。其规定的要求也是应该达到的，只不过对影响安全和使用功能的少数条文可以适当放宽一些要求。这些条文虽然不像主控项目那么重要，但对工程安全、使用功能、产品的美观都是有较大影响的。这些项目在验收时，绝大多数抽查处（件）其质量指标都必须达到要求。

2）一般项目包括的主要内容有：允许有一定偏差的项目，最多不超过 20% 的检查点可以超过允许偏差值，但不能超过允许值的 150%。不能确定偏差而又允许出现一定缺陷的项目。一些无法定量而采取定性的项目。如管道接口项目，无外露油麻等；卫生器具给水配件安装项目，接口严密、启闭部分灵活等。

2. 具有完整的施工操作依据、质量验收记录

（1）质量控制资料反映了检验批从原材料到最终验收的各施工工序的操作依据、检查情况以及保证质量所必需的管理制度等。

（2）质量控制资料是反映工程质量的客观见证，是评价工程质量的主要依据，是安装工程的“合格证”和技术说明书。对其完整性的检查，实际是对过程控制的确认，是检验批合格的前提。

二、分项工程质量验收要求

（一）分项工程质量验收的工作程序

分项工程质量验收评定在检验批验收的基础上进行。一般情况下，两者具有相同或相近的性质，只是批量的大小不同而已。

1. 组成分项工程的所有检验批施工完毕后，在施工单位自检的基础上，经项目专业技术负责人组织内部验评合格后，填写“分项工程质量验收记录”，报专业监理工程师组织验评签认。

2. 分项工程应由专业监理工程师组织验收。

（二）分项工程质量验收合格标准

1. 分项工程质量评定合格的标准

（1）分项工程所含检验批的质量均应验收合格；

（2）分项工程所含检验批的质量验收记录应完整、真实。

2. 分项工程质量验收记录应由施工单位质量检验员填写，验收结论由建设（监理）单位填写。填写的主要内容：检验项目；施工单位检验结果；建设（监理）单位验收结论。结论为“合格”或“不合格”。记录表签字人为施工单位专业技术质量负责人、建设单位专业技术负责人、专业监理工程师。

三、分部（子分部）工程质量验收要求

（一）分部（子分部）工程验评的工作程序

1. 组成分部（子分部）工程的各分项工程施工完毕后，经项目经理或项目技术负责人组织内部验评合格后，填写“分部（子分部）工程验收记录”，项目经理签字后报总监理工程师组织验评签认。设计单位负责人和施工单位技术、质量部门负责人应参加节能分部工程的验收。

2. 分部工程（子分部工程）应由总监理工程师组织施工单位的项目负责人和项目技术、质量负责人及有关人员进行验收。

（二）分部（子分部）工程质量验收评定合格的标准

分部（子分部）工程质量验收评定是在其所含各分项工程验收的基础上进行，其质量验收评定为合格的标准是：

1. 分部（子分部）工程所含分项工程的质量均应验收合格。

2. 质量控制资料应完整、真实。

3. 建筑安装分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相应规定。如建筑电气工程的线路、插座、开关接地检查，在验收时要进行抽样检验。

4. 观感质量验收应符合要求。

观感质量评价是对工程质量的一项重要评价工作，全面评价工程的外观及使用功能。观感质量验收采用观察、触摸或简单的方式进行。尽管检查结果并不要求给出“合格”或“不合格”的结论，而是给出好、一般、差的评价。如果评价为差时，能进行修理的应进行修理，不能修理的要协商解决。

（三）分部（子分部）工程质量验收记录

1. 分部（子分部）工程质量验收记录的检查评定结论由施工单位填写。验收意见由建设（监理）单位填写。记录表签字人：建设单位项目负责人、建设单位项目技术负责人，总监理工程师，施工单位项目负责人、施工单位项目技术负责人，设计单位项目负责人；年、月、日等。

2. 填写的主要内容：分项工程名称、检验批数、施工单位检验评定结论、建设（监理）单位验收意见。结论为“合格”或“不合格”。意见为“同意”或“不同意”验收。

1H432023 建筑安装工程单位工程质量验收要求

一、单位（子单位）工程验评的工作程序

1. 组成单位（子单位）工程的分部（子分部）工程施工完毕后，由施工单位组织有关部门进行内部验评。内部验收合格后，向建设单位提交工程验收报告和完整的质量资料，请建设单位组织相关单位验评。

2. 单位工程质量验收应由建设单位（项目）负责人组织施工（含分包单位）、设计、监理等单位（项目）负责人进行单位（子单位）工程验收。

3. 在一个单位工程中，施工单位已自检合格、监理单位已预验收通过的子单位工程，建设单位可组织进行验收。在整个单位工程进行全部验收时，已验收的子单位工程验收资料应作为单位工程验收的附件。

4. 单位工程质量验收合格后，建设单位应在规定时间内将工程竣工验收报告和有关文件，报建设行政管理部门备案。

二、单位（子单位）工程质量验收评定合格的标准

单位（子单位）工程质量验收，是建筑工程投入使用前的最后一次验收，也是最重要的一次验收。其验收评定合格的标准有5个方面：

1. 构成单位工程的各分部工程质量均应验收合格。

2. 质量控制资料应完整、真实。

如给水排水及供暖工程的质量控制资料主要有图纸会审记录、设计变更通知单、工程洽商记录，原材料出厂合格证及进场检（试）验报告，管道、设备强度试验、严密性试验记录，隐蔽工程验收记录，系统清洗、灌水、通水、通球试验记录，施工记录，分项、分部工程质量验收记录，新技术论证、备案及施工记录等。

3. 单位（子单位）工程所含分部工程有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整。

如电气工程的安全和功能检测资料有照明全负荷试验记录，大型灯具牢固性试验记录，避雷接地电阻测试记录，线路、插座、开关接地检验记录。

4. 主要功能项目的抽查结果应符合国家现行强制性工程建设规范的规定。

主要使用功能的抽查目的是综合检验工程质量能否保证工程的功能，满足使用要求。这项抽查检测多数还是复查性的和验收性的。

5. 观感质量验收应符合要求。

由参加验收的各方人员共同进行，最后共同确定是否通过验收。

三、单位（子单位）工程质量验收记录

1. 单位（子单位）工程质量验收记录表中的分部工程和质量控制资料的检查记录应由施工单位填写。验收结论应由建设（监理）单位填写。记录表盖公章及签字人：建设单位、建设单位项目负责人；监理单位、总监理工程师；施工单位、施工单位项目负责人；设计单位、设计单位项目负责人。

2. 填写的主要内容：分部工程验收记录、质量控制资料验收记录。结论为“合格”或“不合格”。

四、单位（子单位）工程控制资料检查记录

1. 单位（子单位）工程质量控制资料检查记录表中的资料名称和份数应由施工单位填写。检查意见和检查人由建设（监理）单位填写。结论应由参加双方共同商定，建设单位填写。记录表签字人：施工单位项目负责人、建设单位项目负责人（总监理工程师）。

2. 填写的主要内容：图纸会审、设计变更、协商记录，材料合格证及检验试验报告，施工记录，施工试验记录，观测记录，检测报告，隐蔽工程验收记录，试运转记录，质量事故处理记录，中间交接记录，竣工图，分部分项工程质量验收记录。检查意见为“合

格”或“不合格”。

五、施工单位相关主体的质量责任

（一）项目部的责任

1. 项目部的质量部门参与对检验批、分项工程、分部（子分部）、单位（子单位）工程质量验收评定工作，同时，收集相关的工程验评记录并建立工程质量动态台账。

2. 项目部的工程技术部门参与对检验批、分项工程、分部（子分部）、单位（子单位）工程质量验收评定工作，保存好验评记录，并负责整理全套验评资料上交相关单位和部门。

3.项目部的物资管理部门负责提供、整理所供材料的合格证及试验报告等质量技术资料，使之在验评时具有可追溯性。

4. 项目部的调试部门负责接受调试委托,出示真实可靠的调试数据,提供规范的调试报告，对调试结论负责，并存档备查。

（二）总承包单位、分包单位的责任

1. 总包单位应按承包合同的权利义务对建设单位负责。

2. 分包单位对所承担的工程项目质量负责，并应按规定的程序进行自我检查评定，总承包单位应派人参加。

3. 验评合格后，分包单位应将工程的有关资料移交给总承包单位，待建设单位组织单位工程质量验收时，总承包、分包单位的有关人员应参加验收。

六、建筑安装工程质量验收评定为“不合格”时的处理办法

当建筑安装工程质量验收评定为“不合格”时，应按下列规定进行处理：

1. 经返工重做或更换器具、设备的检验批，应重新进行验收。

在检验批验收时，其主控项目不能满足验收规范规定或一般项目超过偏差限值的子项不符合验收规定的要求时，应及时进行处理。其中，严重的缺陷应推倒重来；一般的缺陷通过翻修或更换器具、设备予以解决。对该检验批，施工单位处理合格后，监理单位要重新进行验收，验收如能符合相应专业的工程质量验收规范，则应认为该检验批合格。

2. 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的检验批，应予以验收。

3. 经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足安全及使用功能要求，可按技术处理方案和协商文件的要求予以验收。

4. 通过返修或技术处理仍不能满足安全或重要使用功能要求的分部工程、单位（子单位）工程，严禁验收。